

Náhradní výpočet spotřeby neměřeného elektrického odběru

Substitute Electricity Consumption Calculation of Load Without Billing
Measurement

Bc. Ján Fašánok

Diplomová práce

Vedoucí práce : Ing. Tadeusz Sikora, Ph.D.

Ostrava, 2020/2021

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Ján Fašánok

Studijní program:

N0713A060003 Elektroenergetika

Téma:

Náhradní výpočet spotřeby neměřeného elektrického odběru
Substitute Electricity Consumption Calculation of Load Without Billing
Measurement

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Spotřeba domácnosti či malého podniku
Spotřeba energie (plynu) na sporák (pro přípravu jídla)
Spotřeba energie na vytápění (ne elektřinou)
Výpočtové nástroje pro odhad odebrané neměřené energie

Seznam doporučené odborné literatury:

Český statistický úřad, Spotřeba paliv a energií v domácnostech (ENERGO 2015), 2017

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tadeusz Sikora, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2020

Datum odevzdání: 30.04.2021

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Podakovanie

Chcel by som sa predovšetkým poďakovať pánovi Ing. Tadeuszovi Sikorovi, Ph.D za jeho odborné vedenie a cenné rady ktoré mi pri mojej diplomovej práci odovzdal. Taktiež sa chcem poďakovať mojej rodine za jej podporu.

Abstrakt

V práci sa zaoberám stanovením náhradného výpočtu spotreby elektrickej energie, pre neoprávnené odbery. V prvej časti sa práca zaoberá určeným typickej spotreby elektrickej energie pre elektrické zariadenia, ktoré sú bežne používané v domácnostiach v Českej republike. Jedná sa predovšetkým o návrh spotreby elektrickej energie pre ohrev teplej vody, vykurovanie, bežné domáce a sezónne spotrebiče. V nasledujúcich kapitolách je opísaná spotreba plynu pre prípravu jedla a spotreba energií a palív pre vykurovanie. Porovnanie spotreby energii a palív pre ohrev teplej vody, prípravu jedla a vykurovanie slúži štúdiu od Českého statistického úradu ČR s názvom: „Spotřeba paliv a energií v domácnostech“ z roku 2017 (ENERGO 2015). V poslednej časti práce sa zaoberám náhradným výpočtom pre priamo-výhrevné vykurovania a obdobným spôsobom je počítaná spotreba elektrickej energie pre klimatizáciu, slúžiacu na chladenia objektov. Zhodnotenie výsledkov práce z výpočtového programu pre vykurovanie a klimatizáciu sú zobrazené v prílohe.

Klíčové slová:

spotreba energie, spotreba elektrickej energie v domácnosti, neoprávnený odber, ohrev teplej vody, vykurovanie, príprava jedla.

Abstract

The Master's thesis is dedicated to the determination of the substitute calculation of the electric energy for unauthorized consumption. The first part of the thesis deals with the specification of typical electricity consumption for the electric devices that are normally used in households in the Czech Republic. It is mainly the consumption proposal of the electric energy for the hot water heating, heating, common home, and seasonal devices. The gas consumption for food preparation and the consumption of energy and fuels for heating are described in the following chapters. The study of the Czech Office for National Statistics called "Spotřeba paliv a energií v domácnostech" from 2017 (ENERGO 2015) serves for the comparison of the energy and fuel consumption of the hot water heating, food preparation, and heating. The last part focuses on the substitute calculation for direct heating. Moreover, the electric energy consumption is calculated for the climatization used for the cooking of objects. The evaluation of work results from the calculation program for heating and climatization is shown in the appendix.

Keywords:

energy consumption, household electricity consumption, electricity theft, heating, hot water heating, food preparation.

Obsah

SKRATKY	10
ZÁKLADNÉ POJMY	11
ÚVOD	12
1. SPOTREBA DOMÁCNOSTI ČI MALÉHO PODNIKU	13
1.1. OHREV TEPLEJ ÚŽITKOVEJ VODY	13
1.1.1. <i>Spotreba el. energie pre ohrev teplej vody</i>	14
1.1.2. <i>Výsledná spotreba energie pre ohrev teplej vody</i>	14
1.1.3. <i>Ohrev teplej vody spotrebná zložka odberu</i>	15
1.1.4. <i>Stratová zložka ohrevu teplej vody</i>	19
1.1.5. <i>Akumulačný ohrev vody</i>	20
1.1.6. <i>Elektrický prietokový ohrev vody</i>	21
1.2. POROVNANIE SPOTREBY PALÍV A ENERGII PRE OHREV TEPLEJ VODY	22
1.3. SPOTREBA DOMÁCEJ ČISTIČKY ODPADOVÝCH VÔD	22
1.4. SPOTREBA ELEKTRICKEJ ENERGIE NA OSVETLENIE	23
1.5. SPOTREBA ELEKTRICKEJ ENERGIE NA VYKUROVANIE	23
1.5.1. <i>Výpočet vykurovania pri nezákonnom odbere pri elektrickom spôsobe vykurovania</i>	23
1.5.2. <i>Priamo-výhrevné elektrické vykurovanie</i>	25
1.5.3. <i>Akumulačné elektrické vykurovanie</i>	30
1.5.4. <i>Tepelné čerpadlá</i>	32
1.6. SEZÓNNE VYUŽÍVANÉ SPOTREBIČE	34
1.6.1. <i>Elektrická kosačka</i>	35
1.6.2. <i>Elektrický gril</i>	35
1.6.3. <i>Ohrev vody a filtrácia bazéna</i>	35
1.6.4. <i>Sauna</i>	36
1.7. MRAZIARNE A CHLADIARNE – ANALÝZA ZARIADENÍ	36
1.8. KLIMATIZAČNÁ JEDNOTKA /CHLADENIE	38
1.9. ELEKTRICKÉ SPOTREBIČE V DOMÁCNOSTI	39
1.9.1. <i>Televízor</i>	41
1.9.2. <i>Chladnička, mraznička a kombinácia, vinotéka</i>	42
1.9.3. <i>Umývačka riadu</i>	43
1.9.4. <i>Automatická práčka, sušička a kombinácie práčka + sušička</i>	44
1.9.5. <i>Vysávač</i>	44
1.9.6. <i>Elektrické rúry, elektrická varná doska, odsávač pary</i>	45
1.9.7. <i>Výpočet spotreby elektrickej energie pre domáce a kancelárske spotrebiče</i>	45
2. SPOTREBA ENERGIE (PLYNU) NA SPORÁK (PRE PRÍPRAVU JEDLA)	46
2.1. POROVNANIE SPOTREBY PALÍV A ENERGII PRE PRÍPRAVU JEDLA	48
3. SPOTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE (NIE ELEKTRINOU)	48
3.1. FOSÍLNE PALIVÁ	49
3.1.1. <i>Uhlie</i>	50

3.1.2.	<i>Zemný plyn</i>	50
3.1.3.	<i>Kvapalný plyn LPG</i>	51
3.1.4.	<i>Kotle na plyn</i>	51
3.2.	ANALÝZA REÁLNEJ SPOTREBY PLYNU	52
3.3.	DREVO	52
3.3.1.	<i>Kotle na tuhé palivá</i>	53
3.4.	POROVNANIE SPOTREBY PALÍV A ENERGII PRE VYKUROVANIE	53
4.	VÝPOČTOVÉ NÁSTROJE PRE ODHAD ODOBRANEJ NEMERANEJ ENERGIE	54
4.1.	VÝPOČET SPOTREBY EL. ENERGIE PRE KLIMATIZÁCIU /CHLADENIE	54
4.2.	NÁHRADNÝ VÝPOČET SPOTREBY NA VYKUROVANIE	55
4.2.1.	<i>Overenie výpočtového programu s nameranými hodnotami</i>	58
4.2.2.	<i>Návrh zmeny vstupných parametrov výpočtového programu</i>	60
5.	ZÁVER	61
6.	POUŽITÁ LITERATÚRA	63
	ZOZNAM PRÍLOH	68

Zoznam obrázkov

Obr. 1. Spotreba energií v domácnostiach z ENERGO 2015 [1]	13
Obr. 2. Topné teleso bojleru Dražice 2000W [13].....	21
Obr. 3. Bojler Dražice OKCE [11].....	21
Obr. 4. Elektrický prietokový ohrievač [15].....	22
Obr. 5. Rozhranie tepelnej pohody [17].....	24
Obr. 6. Elektrický teplovzdušný konvektor [22]	26
Obr. 7. Elektrický teplovzdušný konvektor s ventilátorom [23].....	26
Obr. 8. Podlahové konvektory s ventilátorom FRT (princíp funkcie) [25]	27
Obr. 9. Princíp sálavého vykurovania [27].....	28
Obr. 10. Dvojžilová vykurovací rohož [28].....	28
Obr. 11. Vykurovací jedno a dvojžilový kábel [30]	29
Obr. 12. Podlahové vykurovanie pomocou elektrických vykurovacích fólií [33]	29
Obr. 13. Rozdiel v konštrukčnej skladbe jednotlivých typov podlahového vykurovania	31
Obr. 14. Využitie inšt. príkonu v závislosti na priemernej dennej teplote v regióne Severní Morava [4] [5]	37
Obr. 15. Princíp fungovania klimatizácie pri chladení [48].....	39
Obr. 16. Porovnanie energetických štítkov pre Práčku s sušičkou bielizne [52]	40
Obr. 17. Rozdelenie využívania jednotlivých kombinácií palív a energií pre vykurovanie v ČR [1]	49
Obr. 18. Výhrevnosť tuhých a obnoviteľných palív [61].....	50
Obr. 19. Kondenzačný kotol VIESSMANN Vitodens 111-W 35 [65]	52
Obr. 20. Rozdelenie regiónov pre získané priemerné teploty vzduchu v ČR	58
Obr. 21. Mapa ČR s vyznačenými max. teplotami pre jednotlivé regióny [70].....	58

Zoznam tabuliek

Tab.č. 1 Spotreba teplej vody pre 1 osobu/deň v bytovom objekte (ČSN 06 0320) [6].....	16
Tab.č. 2. Spotreba teplej vody v rôznych budovách o teplote 60 °C (ČSN EN 15 316-3 – 1) [9]	17
Tab.č. 3. Spotreba elektrickej energie pre ohrev teplej vody podľa normy ČSN EN 12831 – 3 [8].....	18
Tab.č. 4. Znárodnenie spotreby teplej vody pre jednu osobu na jeden deň	19
Tab.č. 5. Spotreba energií a palív pre prípravu teplej vody [1]	22
Tab.č. 6. Navrhovaný čas využitia inštalovaného vykurovacieho výkonu (h/rok).....	24
Tab.č. 7. Cena elektrickej energie pre rok 2021v ČR [19].....	25
Tab.č. 8. Parametre infračervených vykurovacích fólií (uhlíkové) [32]	29
Tab.č. 9. Špecifikácie elektro-kotlov od značky Protherm Raja a odporúčané istenie [34]	30
Tab.č. 10. Zobrazenie jednotlivých stupňov pre vybrané kotle značky Protherm Raja [34]	30
Tab.č. 11. Znárodnenie doby vykurovania tepelného čerpadla [37]	33
Tab.č. 12. Výpočet celkovej spotreby elektrickej energie pre tepelné čerpadlo vzduch – voda [38]...	33
Tab.č. 13. Parametre klimatizácií a štítkové hodnoty spotreby vo funkcii chladenia [45] [46]	38
Tab.č. 14. Triedy energetickej náročnosti televízorov, porovnanie nariadení EU č. 1062/2010 a EU č. 2021/340 [53] [54]	41

Tab.č. 15. Výkon televízorov pre výpočet [53]	42
Tab.č. 16. Reálne nameraná spotreba televízoru pomocou zariadenia Voltcraft Energy Check 3000 [55]	42
Tab.č. 17. Štatisticky vypočítané hodnoty využitia inštalovaného príkonu pre konkrétne druhy zariadení [4] [5]	43
Tab.č. 18. Spotreba elektrickej energie práčky a práčky +sušičky na cyklus, porovnanie energetických triedy [56]	44
Tab.č. 19. Odhadovaná spotreba elektrickej pre vybraných elektrických zariadení [56]	45
Tab.č. 20. Priemerné spotreby vybraných spotrebičov z Energo 2015 [1]	46
Tab.č. 21. Menovité výkony plynových horákov pre plynový sporák MORA [58].....	47
Tab.č. 22. Spotreba zemného plynu a účinnosť prípravy jedla pre rozdielne veľkosti a objemu vernej nádoby [58]	47
Tab.č. 23. Spotreba plynu v závislosti od počtu osôb [59]	48
Tab.č. 24. Spotreba energií a palív pre prípravu jedla [1]	48
Tab.č. 25. Spotreba energie na vykurovanie ENERGO 15 [1]	53
Tab.č. 26. Vypočítaná ročná spotreba klimatizácie pre chladenie v kWh pre 2,2 kW zariadenie prepočítané podľa nameraných teplôt v jednotlivých regiónoch a ČR od roku 2005-2020	55
Tab.č. 27. Merné tepelné straty objektu (W/m^3) [69]	57
Tab.č. 28. Vypočítaná spotreba elektrickej energie v kWh pre porovnávaný dom s inšt. príkonom 6 kW.	59

Zoznam grafov

Graf. 1. Spotreba vody a energie v závislosti na veľkosti podlahovej plochy domácnosti. [8]	17
Graf. 2 Tepelné straty bojlerov rôznych značiek [5].....	20
Graf. 3 Výkonové rozdelenie klimatizácie vo vykurovacom období v závislosti vonkajšej teplote [37]	33
Graf. 4 Rozdelenie sezónnych období	34
Graf. 5. Porovnanie nameranej a vypočítanej spotreby elektrickej energie na vykurovanie	59
Graf. 6 Závislosť spotreby na dennej teplote pri navrhovanej zmene parametrov	60
Graf. 7. Priebeh spotreby elektrickej energie pre 2,2 kW klimatizáciu.....	69
Graf. 8. Priemerná spotreba porovnávanej domácnosti.....	70
Graf. 9. Porovnanie pôvodného výpočtového programu s nameranými hodnotami	71
Graf. 10. Reálne nameraná spotreba objektu	72
Graf. 11. Výpočet spotreby vykurovania pri zmenených vstupných parametroch.....	73

Skratky

%	percento
°C	stupeň Celsia
GJ	gigajoule
GWh	gigawatthodina
h	hodina
kg	kilogram
kWh	koliwatthodina
l	liter
m ²	meter štvorcový
m ³	meter kubický
MWh	megawatthodina
TJ	terajoule
CNG	stlačený zemný plyn (angl. skratka – Cimpresed natural Gas)
ČR	Česká republika
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EE	elektrická energia
TP	tuhé palivá
TUV	teplá úžitková voda

LPG skvapalnený ropný plyn (angl. skratka – Liquifed Petroleum Gas) používaný ako palivo do spaľovacích spotrebičov a vozidiel. Ide o novodobšie označenie pre zmes topného plynu ako propan-butan.

OZE obnoviteľné zdroje energie. Obnoviteľnými zdrojmi sa rozumie obnoviteľné obnoviteľné nefosílné prírodné zdroje energie, ktorými sú energia vetra, energia slnečného žiarenia, geotermálna energia, energia vody, energia pôdy, energia vzduchu, energia biomasy, energia skladového plynu, energia kalového plynu a energia bioplyn.

Základné pojmy

Obývaný byt = domácnosť - je tvorený osobami, ktoré spoločne žijú a obvykle bývajú vo vybranom byte. Za miesto obvyklého pobytu je považované miesto, kde osoba obvykle trávi obdobie svojho každodenného odpočinku bez ohľadu na dočasnú neprítomnosť z dôvodu rekreácie, návštev, pracovných ciest a kde je členom konkrétnej domácnosti.

Elektrina = elektrická energia - je jeden z druhov energie, ktorú je možné meniť na mechanickú, tepelnú či svetelnú energiu a je využívaná prakticky vo všetkých domácnostiach. Spotreba sa najčastejšie sleduje v kilowatthodinách (kWh) a na základe výhrevnosti je možné ju uvádzať v energetických jednotkách (joule).

Nakupované teplo - je spotreba tepla zo systému centrálného zásobovania teplom, blokových kotolní, prípadne domových kotolní. Diaľkové vykurovanie je jeden zo spôsobov vykurovania nakupovaným teplom, kedy je zdroj tepla umiestnený mimo vykurovaný objekt a vykuruje sa z neho celá rada budov. Spotreba sa primárne vyjadruje priamo v energetických jednotkách (obvykle terajoule).

Tuhé palivo - v prípade spotrieb v domácnostiach zahrňujú hnedé a čierne uhlie, koks a uhoľné brikety. Spotreba sa najčastejšie sleduje v hmotnostných jednotkách (kg, q, t). Na základe výhrevnosti je možné spotrebu previesť na energetické jednotky (joule).

Obnoviteľné zdroje energie - obsahujú palivové drevo, drevené brikety, drevené peletky, rastlinné a agro palivá. Podobne ako u tuhých palív sa spotreba najčastejšie sleduje v hmotnostných jednotkách (kg, q, t), v prípade dreva sa využívajú ďalšie merné jednotky (plm, pmr, pmrs). Na základe výhrevnosti sa potom táto spotreba prevedie na energetické jednotky (joule). V prípade spotreby palivového dreva je nutné pri prevode na energetické jednotky zohľadniť aj dĺžku skladovania. Ďalej sa do tejto kategórie zahrňuje využitie tepelných čerpadiel, fotovoltaičných systémov a solárnych termických systémov.

Kvapalné palivá - skladajú sa z propan – butanu (LPG), vykurovacej nafty alebo vykurovacieho oleja. Spotreba sa v prevažnej miere sleduje v litroch, následne je prevedená na tony a pomocou výhrevnosti ďalej na joule.

Ostatné palivá - tvoria zostávajúce palivá (napr. petrolej, benzín), ktoré sa nedajú zaradiť do predchádzajúcich kategórií. V prípade domácností sa jedná o okrajové využitie (väčšinou za účelom ostatného koncového využitia). Na energetické jednotky sa ich spotreba nepočítava.

Úvod

Predmetom diplomovej práce je vytvorenie návrhu pre výpočet neoprávneného odberu. Pomocou ktorého je možné vykonať spravodlivejší spôsob náhrady škody, ako pri vyhláške 359/2020 § 16 - §17. Výpočet náhrady škody podľa spomínanej vyhlášky je pomerne náročný a príliš poškodzuje neoprávneného odoberateľa. Súd môže určiť náhradu škody podľa náhradného výpočtu spotreby elektrickej energie pre domácnosti. Pre tento spôsob náhrady škody bola vytvorená moja diplomová práca aby stanovila čo najlrelevantnejšia spotrebu elektrickej energie pre domácnosť v ktorej došlo k neoprávnenému odberu.

V práci sa zaoberám výpočtom spotreby elektrickej energie pre ohrev teplej vody. Pri ktorej porovnávam rôzne právne normy ktoré sa zaoberajú daným návrhom. Nachádza sa tam aj podrobný rozbor s čoho sa skaldá spotreba teplej vody a akými zariadeniami je ohrievaná.

V ďalšej časti je rozobraná spotreba domácej čističky odpadových vôd, kde je navrhnutá jej typická spotreba. Pri návrhu spotreby pre osvetlenia je navrhnutá doba využitia.

Jedna s najväčších častí spotreby elektrickej energie je tvorená domácimi spotrebičmi, ktoré sú využívané v priebehu celého roku ako napr. televízor, chladnička, práčka, atď. S tohto dôvodu sa tejto problematike venujem značnú časť práce. Ďalšou častou spotreby el. energie je tvorená sezónnymi spotrebičmi. Kde sú zahrnuté napr. ohrev vody v bazéne, el. gril, sauna.

V ďalšej časti sa nachádzajú porovnania jednotlivých energií a palív pre ohrev teplej úžitkovej vody, prípravu jedla a vykurovania z štúdie Českého statistického úradu (ENERGO 15). pomocou ktorej je možné porovnať jednotlivé návrhy spotreby, pre tieto tri spôsoby využitia.

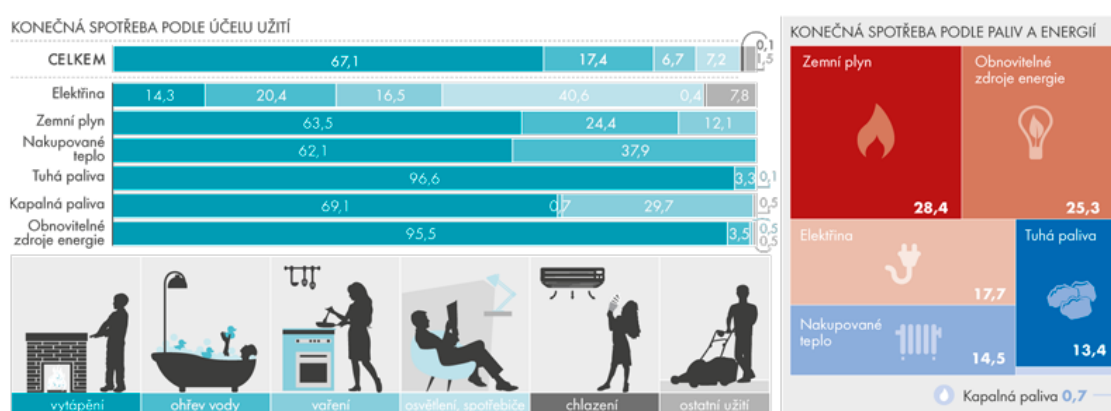
V nasledujúcej kapitole je podrobne rozpísaný spôsob spotreby plynu pre jednotlivé časti plynového šporáku. Nachádza sa tam aj navrhovaná spotreba plynu v závislosti od počtu osôb.

V poslednej časti mojej práce a aj najrozsiahlejšie je stanovenie spotreby pre vykurovanie v domácnostiach. V práci je znázornený návrh výpočtu neoprávneného odbere, ktorý sa opiera o navrhovaný výpočtový nástroj. Ďalej sa v tejto časti nachádza podrobný popis priamo-výhrevné spôsobu vykurovania a zariadení, ktoré sú bežne v domácnostiach využívané a sú k nim priradené ich typické hodnoty príkonu. V poslednej časti je popísaný návrh výpočtového programu pre priamo-výhrevné vykurovanie a jeho porovnanie s reálne nameranými hodnotami. V tejto časti je obdobne popísaný výpočtový program pre výpočet spotreby pre klimatizáciu slúžiacu na chladenie.

1. Spotreba domácnosti či malého podniku

Využívanie el. zariadení je individuálne a je závislé od viacerých parametrov. Napr. koľko času daná osoba trávi v domácnosti, ako často dané spotrebiče využíva alebo aj to, či sa snaží využívať jednotlivé zariadenia efektívne a úsporne. Pri stanovení spotreby pri nezákonnom odbere, je veľmi náročné všetky tieto parametre zohľadniť. Z toho dôvodu je zrejmé, že pri navrhovanom výpočte spotreby sa nevypočíta presná spotreba každej jednej domácnosti, ale pre určenie náhrady škody spotreby môžu slúžiť nasledovné výpočty, ktoré sa dozvieme po preštudovaní práce.

Na Obr. 1. si môžete všimnúť percentuálne vyjadrenú spotrebu jednotlivých energií a palív. V tejto kapitole je zhrnutý návrh výpočtu spotreby elektrickej energie pre typické elektrické zariadenia, ktoré sú využívané v domácnostiach. Nachádza sa tu aj výpočet pre sezónne zariadenia a spotrebnú elektroniku.



Obr. 1. Spotreba energií v domácnostiach z ENERGO 2015 [1]

1.1. Ohrev teplej úžitkovej vody

Kvalita teplej vody

Teplá voda je zdravotne nezávadná voda a jej kvalita je určená k ľudskej spotrebe. Teplá voda nie je určená na priamu spotrebu ako je pitie a varenie, ale na umývanie, sprchovanie a pranie. Kvalita musí spĺňať bakteriálne, biologické a chemické požiadavky pre vodu určenú pre ľudskú spotrebu. Tieto požiadavky sú dané normou ČSN 757143 - *Jakost vod. Jakost vod pro zavlahu* a Vyhláškou MZ ČR č. 70/2018 Sb. ktorá je zmenou vyhlášky č. 252/2004 Sb. ktorou sa stanovujú hygienické požiadavky na pitnú a teplú vodu a početnosť a rozsah kontroly pitnej vody.

S rastúcou teplotou vody rastie aj chemická reakcia vody, ktorá sa prejavuje u kovových častíc potrubia z korózneho materiálu – pri týchto potrubíach dochádza k zanášaniam potrubia. Potrubia z chemických materiálov ako sú sklo, plast a smalt, pri nich nedochádza k vzniku korózie. Pri tvrdej vode je dobré urobiť opatrenie proti tvorbe usadzovania nečistôt.

Preto sa v súčasnosti využívajú na zariadeniach ktoré pripravujú teplú vodu hlavne materiály, ako pozinkovaná oceľ, meď, liatina, plast, ktoré sú použité v jednotlivých komponentoch. Pri príprave teplej vody v požadovanom zložení, spomínané materiály musia minimalizovať vznik korózie.

Hlavné parametre kvality vody pre ohrev sú:
Minimálna KNK_{45} (Kyselina neutralizačná kapacita), Hmotnosť koncentrácie fosforečnanov,
Hodnota pH pri teplote 20 °C, Hmotnostná koncentrácia chloridu, Látková koncentrácia vápnika a magnézia a hmotnostná koncentrácia voľného CO_2 . [2]

Dôležité je podotknúť, že úžitkovú vodu je čas od času dobré ohriať na teplotu 50 až 60 °C kde dôjde k pomalej dezinfekcii vody (od baktérie rodu Legionella) ale pri teplote nad 70°C je táto baktéria vyhubená už po pár sekundách. [3]

1.1.1. Spotreba el. energie pre ohrev teplej vody

Ohrev vody je činnosť, pri ktorej voda prijíma prídavnú tepelnú energiu z tepelného elektrického zdroja s vyššou teplotou. Spotreba elektrickej energie na ohrev teplej vody pre domácnosti alebo malé podniky má dve zložky:

- Spotrebná – zložka je závislá od počtu členov v objekte, ktorí teplú vodu vyžívajú a od počtu dní neoprávneného odberu.
- Stratová – pozostáva z tepelných strát výhrevného telesa (bojlera) a od dĺžky trvania neoprávneného odberu elektrickej energie. [4] [5]

1.1.2. Výsledná spotreba energie pre ohrev teplej vody

Pri výpočte celkovej spotreby elektrickej energie pre domácnosť, je hlavný parameter spotreba energie pre jednu osobu. Viac informácií nájdete v kapitole 1.1.3.2. Stratová energia ohrevu daného elektrického zariadenia (bojleru), je bližšie rozobraná v kapitole 1.1.4.. Všetky tieto parametre sú dosadené v jednotke kWh/deň (24h). Ako ďalší parameter výpočtu je počet dní neoprávneného odberu. Posledná hodnota vo výpočte je počet osôb, ktorí v danej domácnosti bývali počas neoprávneného odberu.

Vzorec pre výpočet celkovej spotreby pre domácnosť :

$$E_{TUV} = (E_{osôb} \cdot P + E_{ohrev}) \cdot d \quad (kWh) \quad (1.1)$$

$E_{osôb}$ – spotreba energie pre jednu osobu (kWh/deň)

E_{ohrev} – straty energie konkrétneho zariadenia na ohrev vody (kWh/deň)

P – počet osôb

d – Počet dní nezákonného odberu

Spotreba elektrickej energie pre ohrievače teplej vody z energetického štítku

Stanovenie energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia, sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 812/2013 z dňa 18. februára. 2013, ktorým sa

dopĺňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokiaľ ide o uvádzanie spotreby elektrickej energie pre energetický štítok na ohrievače vody, zásobníky teplej vody a súprav zložených z ohrievačov vody a solárnych zariadení.

Pri tomto druhu zariadenia je brané v úvahu pre výpočet spotreby elektrickej energie hodnota stratového tepla a dennej spotreby na jednu osobu, z normy ktorá je zobrazená v Tab.č. 3 [4]

1.1.3. Ohrev teplej vody spotrebná zložka odberu

1.1.3.1. Navrhovaná spotreba teplej vody

Hlavné požiadavky pre návrh zariadenia na prípravu teplej vody sú v norme ČSN 06 0320 : 2006 - *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.*

Pred začatím samotného výpočtu si musíme najskôr určiť objekt: rodinný dom, byt, sídlisko, bytový dom, nemocnica, výrobný závod, športovisko atď.

V prípade požiadavku užívateľa je možné do spotreby teplej vody zahrnúť aj technologické nároky. Je dobré poznať odberový diagram, ale nie vždy sa to dá odhadnúť. Z tohto dôvodu sa pre odberový diagram často používa tzv. štandardná krivka odberu, ktorá sa udáva v pomernom tvare pre určité zariadenia. Podľa toho navrhujeme zdroj tepla a výkon pri ktorom použijeme buď akumulčné, prietokové alebo zmiešané ohrievanie vody. Podľa toho určíme spotrebu tepla, potrebný výkon zariadenia a objem zásobníku. Nie vždy je možné z priestorových alebo iných dôvodov použiť potrebnú veľkosť zásobníka. Čo sa týka spotreby vody a tepla sú jednoznačne najúspornejšie tie zariadenia, ktoré sa využívajú čo najbližšie spotrebiteľa (výtoku z vodovodu). Kde je možná samostatná regulácia spotreby vody. Nie vždy je táto varianta možná a v tom prípade sa využíva centrálny zásobník teplej vody. Využíva sa hlavne v domoch, sídliskách, bytových domoch a pod.

Pre príklad výpočtu si môžeme vziať napúšťanie vane. Ide o najväčší odber teplej vody v domácnostiach. Predpokladáme, že objem spotreby bude od 80 - 100 l vody o teplote 40 °C. Prietok potrubia predstavuje 0,13 až 0,2 l/s. Pre tento prietok je potrebný príkon u prietokového ohrevu 16 až 25 kW. Predstavuje to čas cca 6,7 min.(minimálne), pri menšom prietoku sa nám táto doba môže predĺžiť o dvojnásobok 12,8 min. Preto sa v rodinných domoch alebo bytoch využívajú zásobníky na teplú vodu od 80 až 160 l. Podľa Čech topenářů a instalatérů České republiky (CTI) je okrajový výkon prietokového ohrevu max. 100kW.

Pri návrhoch je praktickejšie uplatňovať kritérium spotreby teplej vody na osobu.

Výsledná spotreba teplej vody je zložená z potrieb na :

- omývanie osôb (jednotka – osoba),
- umývanie riadu (jednotka – jedno jedlo), upratovanie
- umývanie podlahy (jednotka 100m² podlahovej plochy) [2]

Tab.č. 1 Spotreba teplej vody pre 1 osobu/deň v bytovom objekte (ČSN 06 0320) [6]

Parameter	Značka	Jednotka	Batérie			
			Umývadlo	Drez	Sprcha	Vaňa
Počet dodávok	n_d	-	3	0,8	1	0,3
Objem dodávok	V_d	m^3	0,003	0,002	0,025	0,025
Teplo v dodávkach	Q_d	kWh	1,5	0,1	1,3	1,4
Súčet objemu	V_{2P}	m^3	0,082			
Súčet tepla	Q_{2t}	kWh	4,3			

V Tab.č. 1 môžeme vidieť priemernú navrhnutú hodnotu spotreby teplej vody pre jednu osobu na deň, čo predstavuje 0,082 m^3 , a to sa rovná 82 litrom. Spotreba tepelnej energie predstavuje pre navrhovanú hodnotu 4,3kWh na deň. Táto hodnota 82 l pre jednu osobu/deň je návrh pre projektovanie spotreby teplej vody v domácnosti.

ČSN EN 15 316-3 – 1 (neplatná od roku 2018) bola určená tabuľková denná spotreba teplej vody 0,04 m^3 /deň x osoba. Norma obsahovala aj vzorce a vstupné parametre na výpočet dennej spotreby teplej vody na m^2 obytnej plochy rodinného domu vid' Graf. 1. Vstupné parametre ako minimálna a okrajová hodnota určuje národná príloha. Pre Českú republiku táto príloha nebola vydaná.

Z tohto dôvodu môžeme pre jednu domácnosť použiť hodnoty z prílohy B.2 ktoré majú parametre : $a = 39,5$ litrov /deň; $b = 90,2$ litrov/deň; f – plocha domu (m^2)

Spotreba denného množstva teplej vody pre rodinný dom sa dá vyjadriť v závislosti na metroch štvorcových plochy domu, vzťahom :

$$V_{W,f,day} = \frac{a \cdot \ln(f) - b}{f} \quad (l/m^2 \times \text{deň}) \quad (1.2)$$

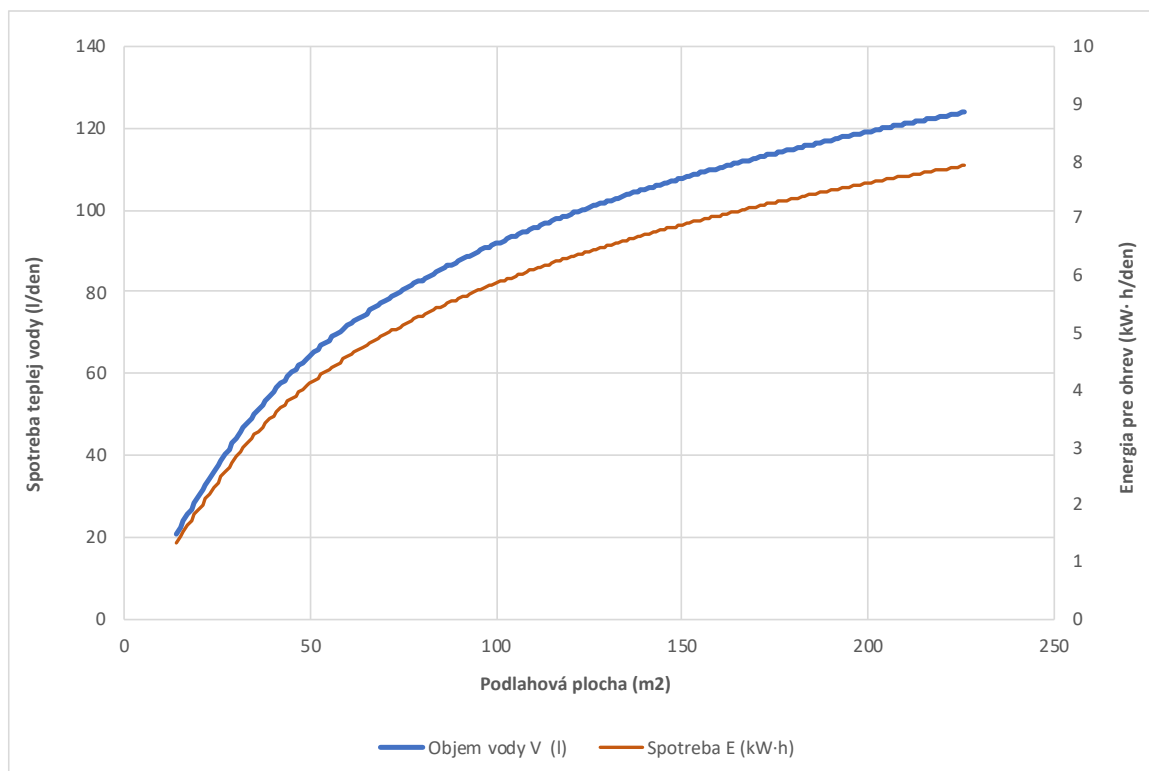
Platí ak $f > 27m^2$;

Z týchto vzťahov vyplýva, že hodnota $V_{w,f,day}=1,49$ (litrov/ m^2 x deň) , platí ak plocha (f) je $14m^2 \leq f \leq 27m^2$.

Množstvo teplej vody spotrebovanej za deň sa vypočíta zo vzťahu:

$$V_{W,day} = V_{W,f,day} \cdot f \quad (l/m^2) \quad (1.3)$$

Podľa vyššie uvedených rovníc je znázornená spotreba energie a vody v závislosti na podlahovej ploche daného objektu (Graf. 1). Počiatočná teplotu vody je 10 °C a max. teplota ohrevu je na 65° C. [7]



Graf. 1. Spotreba vody a energie v závislosti na veľkosti podlahovej plochy domácnosti. [8]

Podľa tohto výpočtu bolo možné vyjadriť orientačné hodnoty Tab.č. 2 dennej spotreby teplej vody v rôznych budovách.

Tab.č. 2. Spotreba teplej vody v rôznych budovách o teplote 60 °C (ČSN EN 15 316-3 – 1) [9]

Budova	$V_{w,f,day}$ (l/m² x deň)	Merná jednotka
Rodinný dom	40 až 50	Osoba
Ubytovacie zariadenie	28	Lôžko
4 x hviezdíčkový hotel bez práčovne	118	Lôžko
4 x hviezdíčkový hotel s práčovňou	132	Lôžko
Reštaurácia	10 až 20	Jedlo
Škola	5 až 10	Osoba
Školská telocvičňa	20	Kúpeľňa
Športové zariadenie	101	Inštalovaná sprcha
Priemyselný závod	30	Kúpeľňa

1.1.3.2. Navrhovaná spotreba teplej vody pri neoprávnenom odbere

V súčasnosti platná norma ČSN EN 12831-3 Energetická náročnosť budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 3: Tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb, Modul M8-2, M8-3..

Pomocou tejto normy môžeme podobne počítať spotrebu vody v závislosti na podlahovej ploche, ale ani tento postup nemôžeme použiť na výpočet fakturácie pri krádeži elektrickej energie. A to z dôvodu časovo náročnému výpočtu a zložitému zisťovaniu plochy objektu.

Spomínaná platná norma ale disponuje náhradným výpočtom v závislosti na typu budovy. V tabuľke B. 5 sú uvedené konkrétne hodnoty pre vypočítanie požiadavkou pre teplú vodu na deň. Teplota ohriatej vody je predpísaná pre celý štát rovná a to v mieste výtoku pri užívateľovi od 50°C až 55°C.

Minimálna teplota pre ohriatu vodu podľa spomínanej normy predstavuje 42°C, pre studenú vodu sa pracuje s teplotou 10°C (táto hodnota je použitá pri výpočte energie v Tab.č. 3).

Pre výpočet skutočnej spotreby energie na ohrev teplej vody pri neoprávnenom odbere môžeme použiť vyznačené hodnoty z Tab.č. 3.

Tab.č. 3. Spotreba elektrickej energie pre ohrev teplej vody podľa normy ČSN EN 12831 – 3 [8]

Budova	$V_{W,f,day}$ (l/osoba x deň)	E_{min} (kW/h)	E_{max} (kWh)
Budova na ubytovanie (jednoduché bývanie)	25 – 60	0,93	2,23
Budova na ubytovanie (nadštandardné bývanie)	60 – 100	2,23	3,72
Samostatné bytové jednotky	40 – 70	1,49	2,60
Bytové domy	25 – 30	0,93	1,12

Pri určení spotreby vody je dobré si vedieť predstaviť, koľko vody sa v priebehu dňa spotrebuje v domácnosti, respektíve koľko spotrebuje jedna osoba. V Tab.č. 4. môžete vidieť názornú spotrebu jednej osoby pre základné činnosti v domácnosti. Odhadovaný počet odberov je od 8 – 10.

Pod označení *malý* odber si môžete predstaviť činnosti ako umývanie rúk, základná hygiena, atď. Spotreba energie predstavuje 2,23 kWh, čo je ekvivalentné k spotrebe jednoduchého bývania v Tab.č. 3. Pre výpočet ročnej spotreby energie pre jednu osobu na ohrev vody sa použije hodnota 2,23 kWh.

Tab.č. 4.Znázornenie spotreby teplej vody pre jednu osobu na jeden deň

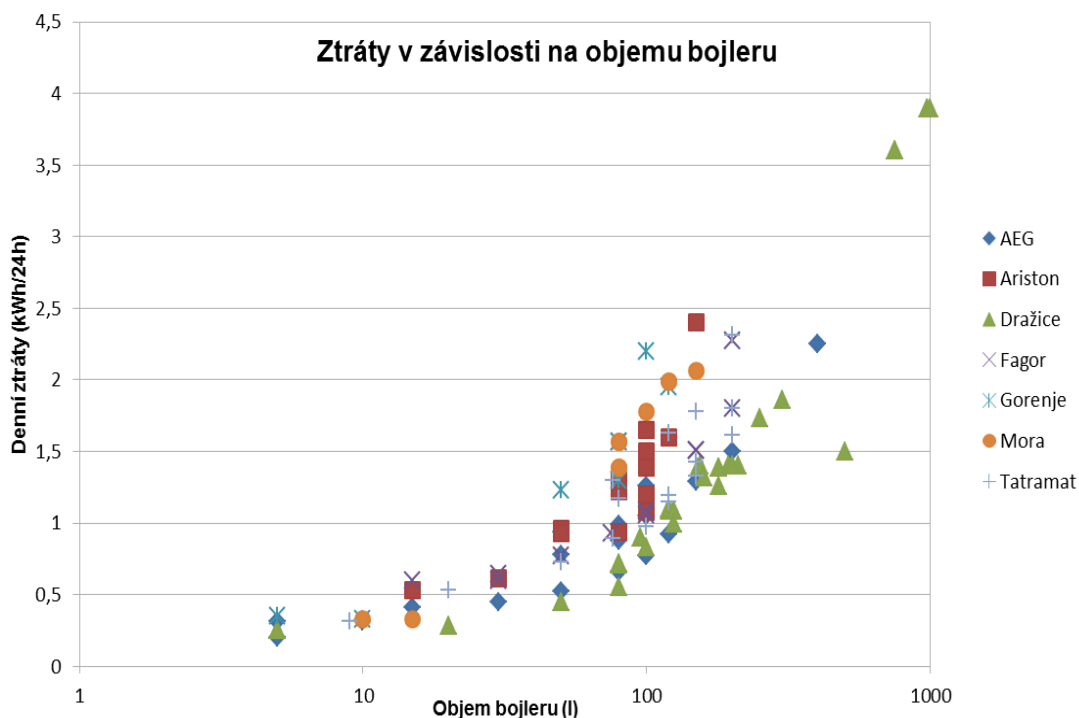
Počet odberov	Začiatok, čas (hh/mm)	Energia (kWh)	Typ odberu
1	7:00	0,094	malý
2	7:15	0,094	malý
3	8:45	0,094	malý
4	10:30	0,094	umývanie podlahy
5	14:30	0,282	umývanie riadu
6	18:15	0,094	upratovanie
7	19:00	0,094	malý
8	20:30	0,094	malý
9	21:15	0,094	malý
10	21:30	1,19	sprchovanie
Celková spotreba (kWh/24h)		2,224	
Ekvivalentný objem teplej vody			60 litrov

1.1.4. Stratová zložka ohrevu teplej vody

V tejto zložke je zahrnutá iba konkrétna tepelná strata ohrievacieho telesa (bojlera), ktorá vzniká pri ohreve teplej vody, čo robí 13 % z celkovej spotreby. Ďalšie tepelné straty ktoré vznikajú v rozvode teplej vody, (pri elektrickom ohreve k tejto strate nedochádza) sa vo výpočte zanedbávajú, a to z dôvodu veľmi malých strát, ktoré predstavujú iba 2 %. Zanedbať straty sa nedá v rozvodoch kde dochádza k cirkulácii teplej vody a v tom prípade, ak tepelné straty sú už značné. Vtedy je ich potrebné získať, najčastejšie sa získavajú formou výpočtu. Ostatné spotreby energií, ako celková spotreba energie na prevádzku distribučného systému, sa zanedbáva pri elektrickom type bojlerov kde ohrev vzniká v samotnej nádobe. [10]

Z verejne dostupných zdrojov bol vytvorený prieskum siedmich najväčších výrobcov bojlerov – AEG, Ariston, Fagor, Mora, Tatramat, Dražice, Gorenje. V prieskume sú zahrnuté podľa objemovej veľkosti a to od 5l pre domácnosť, do 1000l ktoré slúžia pre menšie komerčné účely. [5]

Na Graf. 2 môžeme vidieť grafické porovnanie podľa denných strát (kWh/24h) z najširšej škály typov, tieto parametre uvádza výrobca. Tieto údaje z grafu sú použité vo výpočte celkovej spotreby energie pre ohrev teplej vody. Z porovnania vyšla značka Dražice so svojimi bojlermi ako najúspornejšia vo všetkých veľkostiach. Najhoršie obstáli značky Ariston a Gorenje. Pre porovnanie čo sa týka denných strát, bojler značky Dražice typ - OKHE 100 s objemom 100l dennú stratu 0,83kWh/24h, najhoršie v tejto kategórii obstál bojler značky Gorenje typ – TG 100N 2,2 kWh/24h. Z toho vyplýva že pri použití 100l bojlera značky Dražice v priebehu roka ušetrí 500kWh.



Graf. 2 Tepelné straty bojlerov rôznych značiek [5]

1.1.5. Akumulačný ohrev vody

Priamo-ohrievaný zásobníkový ohrievač vody slúži na ohrievanie teplej úžitkovej vody. Nádoba je buď vyrobená nerezového alebo oceleového materiálu a z vnútornej strany je vo väčšine prípadov upravená ešte smaltom, kvôli vzniku korózie. V nádobe sa nachádza vykurovacie teleso, termoplastová jímka a tepelná poistka, prívod a vývod vody a môže sa tam nachádzať aj anódová tyč. Vonkajší obal nádoby je vybavený tepelnou izoláciou. Ako staršia izolácia sa využívala sklená vata v dnešnej dobe je výlučne nahradená polyuretánovou penou, ktorá ma lepšie izolačné vlastnosti.

Bojler ako taký, je tepelne izolovaná oceľová tlaková nádoba. Nádoba má dve pripojovacie potrubia. Jedno potrubie na teplú a druhé na studenú vodu. Prívod vody je navrhnutý tak, že prívodná trubka je vyvedená iba kúsok v spodnej časti bojlera. Okrem toho je zabezpečená krytom, aby nedošlo k zmiešaniu studenej vody s teplou vodou. Teplá voda je odoberaná z hornej časti bojlera cez dlhú trubku až k vývodu. [11]

Vykurovacia špirála/teleso

V bojleroch sa využívajú vykurovacie telesá - tzn. suché alebo mokré prevedenie.

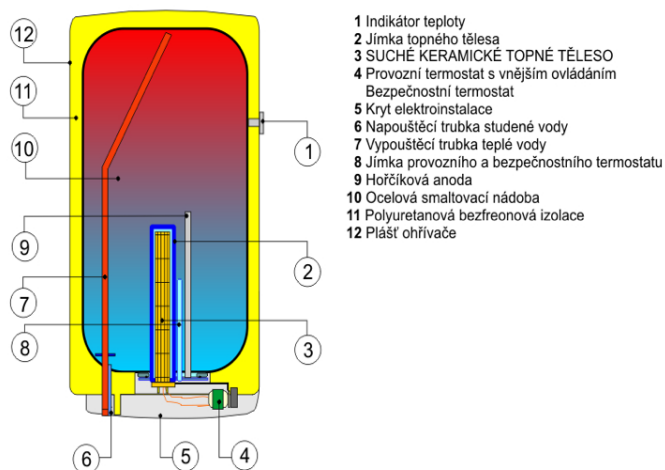
Suché keramické teleso je el. súčiastka, ktorá ohrieva vodu v nádobe vid'.

Obr. 2. Jej zloženie pozostáva z keramickej hlavice, keramických valčekov a odporového drôtu. Najdôležitejšou časťou je odporový drôt, ktorý je namotaný v malých špirálkach a je umiestnený v malých medzerách keramických valčekov. Tieto špirálky sú pevne ukotvené na vodivé elektródy. Po pripojení elektrickej energie na vodivé elektródy sa pri priechode prúdu odporovým drôtom začne vytvárať teplo ktoré ohrieva vodu. Vykurovacie teleso nepríde do kontaktu s vodou a to z toho dôvodu, že vykurovacie teleso je umiestnené oddelenej časti bojlera . Aby došlo k dokonalému ohrevu vody v celom objeme, je potrebné, aby ohriata voda mohla stúpať nahor. Teleso je umiestnené v nádobe,

ktorá je súčasťou veka príruby a súčasne spojená s druhou menšou nádobou kde je umiestnené čidlo termostatu a tepelné poistky. Vďaka tomuto umiestneniu v oceľovej nádobe je teleso suché. V Obr. 3 môžete vidieť umiestnenie vykurovacieho telesa. Tzv. mokré vykurovacie teleso je umiestnené (ponorené) priamo v nádobe. Teleso je vo väčšine prípadov vyrobené z nerez alebo medi. [12]



Obr. 2. Topné teleso bojleru Dražice 2000W [13]



Obr. 3. Bojler Dražice OKCE [11]

1.1.6. Elektrický prietokový ohrev vody

V ohrievači vzniká ohrev tak, že voda sa dostane do styku s teplo-výmennou plochou, ktorá je tvorená trúbkou alebo sadou dosiek s prelismi, prípadne inou technológiou. Ohrievanie vody vzniká iba pri prietoku vody zapnutým ohrievacím zdrojom. Tento spôsob ohrevu charakterizuje vysoký výkon, ktorý musí byť k dispozícii ktorúkoľvek hodinu v priebehu dňa.

Aj tieto ohrievače môžu mať zásobník, ale len jednotky litrov. Malé ohrievače na drez, umývadlo, alebo úspornú sprchu sa pohybujú o výkone v horizonte 2 až 6 kW. Odporúčaná dĺžka rozvodu teplej vody je max. do 2 m. Tieto zariadenia pracujú s vysokou účinnosťou. Veľkou nevýhodou tohto typu ohrevu je vysoký inštalovaný výkon, pre lepšiu (luxusnejšiu) sprchu sa pohybuje o výkone 9 až 24 kW. Tento výkon je využívaný len jednorazovo cez deň 30 – 50 l/osoba. Prietokové ohrievače s elektrickým zdrojom majú rôzne druhy regulácie. Základná regulácia je riadená hydraulicky. Pri tomto type riadenia dochádza k spínaniu plného výkonu pri dosiahnutí nastaveného prietoku, ale teplota vody nie je regulovaná. Pokročilejšia regulácia je zabezpečená pomocou elektroniky, pomocou ktorej je možné regulovať výkon ohrievača, aby teplota na výstupe dosiahla nami nastavenú konštantnú teplotu. Tento spôsob prípravy teplej vody je vhodný do domácností kde sa teplá voda nevyužíva vo väčšej miere. A to z dôvodu potreby samostatného istenia a vysokej ceny samostatného istiaceho prvku (ceny za prenájom ističa v Tab.č. 7). [14]



Obr. 4. Elektrický prietokový ohrievač [15]

1.2. Porovnanie spotreby palív a energii pre ohrev teplej vody

Celkový počet domácností ktorý bol započítaný do sčítania spotreby energie je 4 794 869 ktorý spotrebovali 50 822 TJ energie. Priemerná spotreba energie pre prípravu vody vyšla nečakane vysoká pri zemnom plyne ktorá činí až 4,73 MWh. čo ide a najvyššiu spotrebu. Ostatné/kvapalné palivá vyšli s najnižšou spotrebou a to 1,11 MWh. Ostatné typy palív vyšli veľmi podobne pri porovnaní. Spotreba pre ohrev vody zo štúdie vyšla 803 kWh/osoba a z náhradného výpočtu nám vyšla spotreba 996 kWh/osoba (pri tepelnej strate bojlera 0,5 kWh/24).

Tab.č. 5. Spotreba energie a palív pre prípravu teplej vody [1]

Ohrev vody	ELEKTRINA	ZEMNÝ PLYN	TEPLO NAKÚPNE	TUHEPALIVO + OZE		OSTANE/ kvapalné
Domácnosti	1 485 153	1 189 142	1 666 204	451 125		3 245
Spotreba (TJ)	10 537	20 276	16 106	1 295	2 595	13
Spotreba (TJ) na 1 domácnosť	0,0070948	0,01705094	0,00966628	0,008623		0,00400616
Spotreba (MWh) na domácnosť	1,971	4,736	2,685	2,395		1,113
Spotreba na 1 osobu (MWh)	0,803	1,929	1,094	0,976		0,453

1.3. Spotreba domácej čističky odpadových vôd

Čistička odpadových vôd pracuje na princípe čistenia mechanických a biologických procesov. Tieto procesy si obdobné ako pri klasickom procese v prírode. Výsledná čistota vody je na úrovni 97 %. Všetky domáce čističky odpadných vôd sa skladajú z troch komôr a v každej je vytváraný odlišný proces. Ako prvá je usadzovacia komora, na odstránenie pevných častí. Nasleduje aktivačná komora, kde dochádza k rozkladu a tu pomáha miešadlo vháňať vzduch ktorý je potrebný. Dosadzovacia komora je posledná komora z ktorej vyteká prečistená voda. [16]

Návrh spotreby pre domácu čističku odpadových vôd pozostáva z výpočtu spotreby na jednu osobu v domácnosti. Navrhovaný inštalovaný príkon je 40 W, v niektorých väčších objektoch je možné predpokladať príkon do 80 W. Koeficient využitia je na úrovni 0,5 denne, čo predstavuje chod 12hodín v priebehu dňa. Vypočítaná odhadovaná spotreba na domácu čističku odpadových vôd predstavuje hodnotu 0,48kWh pre jednu osobu na deň. [4] [5]

1.4. Spotreba elektrickej energie na osvetlenie

Výpočet elektrickej spotreby na osvetlenie a určovania energetických štítkov je vykonávané podľa nariadenia komisie Európskej únie (EÚ) č. 626/2011 z dňa 25. augusta 2015. Spomínanou vyhláškou boli pozmenené nariadenia Komisie (ES) č 244, 245/2009, č. 1194/2012 (požiadavky pre LED ekodizajn zdrojov a vybavenia) a smernica EÚ parlamentu a Rady 2000/55/ES. Do platnosti 1. septembra 2021 príde nové nariadenie Komisie EÚ 2019/2020 ktorým sa nariaďujú nové požiadavky pre ekodizajn svetelných zdrojov a samostatných ovládacích zariadení.

Osvetlenie je odhadované na ročné využitie cca 1000 hodín ročne, čo by v prepočte vyšlo na každý deň 3 h (2,74 h). [4] [5]

1.5. Spotreba elektrickej energie na vykurovanie

1.5.1. Výpočet vykurovania pri nezákonnom odbere pri elektrickom spôsobe vykurovania

Pre výpočet nezákonného odberu navrhujem výpočet podľa výpočtového programu, ktorý je navrhnutý v kapitole 4.2. Čas využitia vykurovacieho systému v jednotlivých regiónoch je zobrazený v tabuľke nižšie. Táto hodnota vstupuje do výpočtu ako t_{rok} . Ako ďalší parameter je $P_{inš.}$. Inštalovaný el. príkon vykurovacieho zariadenia, posledný parameter je konštanta k ktorá ma hodnotu 2,14. Tento parameter je navrhovaný experimentálne a bol overený pri porovnávacom výpočte v kapitole 4.2. Vzorec pre výpočet spotreby elektrickej energie pre priamo-výhrevné vykurovanie :

$$E_{VYK} = \frac{P_{inš.}}{k} \cdot t_{rok} \quad (kWh) \quad (1.4)$$

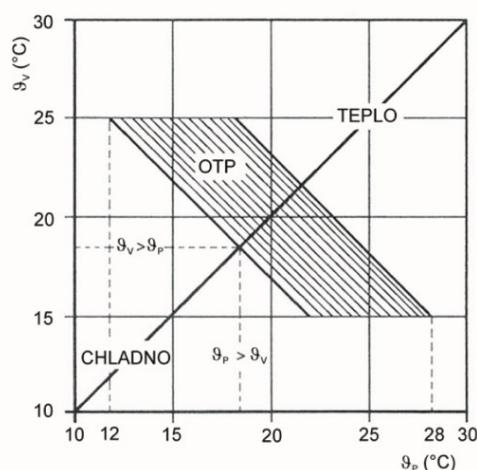
Priemerná spotreba elektrickej energie na vykurovanie predstavuje 5,046 MWh na rok (Tab.č. 25)

Tab.č. 6. Navrhovaný čas využitia inštalovaného vykurovacieho výkonu (h/rok)

Rok	Južné Čechy	Južná Morava	Praha	Severné Čechy	Severná Morava	Středné Čechy	Východné Čechy	Západné Čechy	Celá ČR
2005	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7	1936,7
2006	1999,9	1835,3	1616,4	1850,1	1913,8	1774,7	1939,7	1958,7	1855,2
2007	1792,7	1635,2	1407,9	1646,3	1747,7	1565,8	1741,5	1780,3	1660,7
2008	1848,5	1626,1	1487,2	1731,1	1724,3	1638,3	1752,6	1872,2	1704,6
2009	1901,9	1706,3	1554,3	1806,3	1869,3	1697,4	1840,8	1950,3	1783,1
2010	2214,2	1966,1	1876,5	2154,8	2124,9	2019,5	2149,2	2291,5	2097,4
2011	1866,8	1688,3	1576,3	1711,7	1871,0	1661,5	1767,8	1841,1	1763,1
2012	1970,1	1764,2	1685,8	1835,5	1923,1	1763,3	1878,6	1941,9	1861,3
2013	2020,5	1810,8	1728,6	1893,1	1915,3	1807,8	1897,1	2032,2	1902,0
2014	1656,5	1406,4	1336,1	1473,2	1518,9	1428,5	1533,5	1627,7	1512,9
2015	1741,7	1545,5	1394,4	1560,9	1704,3	1507,9	1654,7	1697,6	1623,6
2016	1855,9	1687,9	1538,9	1714,6	1784,4	1650,5	1777,1	1831,8	1749,9
2017	1890,5	1730,3	1519,3	1762,7	1847,5	1662,5	1820,8	1897,4	1794,9
2018	1713,6	1570,2	1402,1	1647,3	1686,7	1521,9	1650,4	1733,7	1634,1
2019	1724,5	1532,6	1342,6	1613,0	1618,0	1494,5	1634,0	1732,0	1612,0
2020	1737,5	1572,4	1331,2	1626,1	1678,8	1491,3	1652,3	1733,3	1632,7
AVG	1867,0	1688,4	1545,9	1747,7	1804,0	1663,9	1789,2	1866,1	1757,8

Teplota prostredia

Vykurovanie je spôsob, pri ktorom sa snažíme dosiahnuť v domácnostiach teplotný komfort a pohodu. Tepelnú pohodu dosiahneme tak, že telesná teplota človeka je 36,5 °C. Telo sa nám ochladzuje rýchlosťou 100kcal/h pri kľudnej nenáročnej činnosti. Okolité teplota prostredia musí toto množstvo tepla prijať, ale ak nastane rýchlejšie ochladzovanie, tak človek začne pociťovať zimu. V opačnom prípade ak sa spomalí ochladzovanie, tak pociťujeme teplo. Teplota tepelnej pohody je v rozmedzí 18,5 – 21,5 °C. Pre dosiahnutie tejto teploty musí byť pomer teploty vzduchu (ϑ_v) a teploty okolitých plôch prostredia (ϑ_p) v určitom rozmedzí. Teplota vzduchu môže nadobúdať hodnôt od 15 - 25 °C a teplota okolitých plôch prostredia od 12 – 28 °C. Túto oblasť s teplotnou pohodou je znázornená v Obr. 5 [17]



Obr. 5. Rozhranie tepelnej pohody [17]

1.5.2. Priamo-výhrevné elektrické vykurovanie

Priamo-výhrevné zariadenia sa označujú s toho dôvodu lebo spotreba elektrickej energie a vykurovanie (vytváranie tepla) dochádza v rovnakom čase, keď je potrebné ohriať teploty vzduchu v danej miestnosti. By nepracovalo bez rozvodu elektrickej energie a samotné priamo-výhrevné zariadenia sa skladajú z vykurovacieho telesa alebo elektródami a regulačného obvodu pre docielene optimálneho vykurovania. Návrh výpočtu priamo-výhrevného vykurovania je v kapitole 4.2.

Priamo-výhrevné elektrické systémy sú rozdelené do dvoch variant:

Lokálne

- Priamo-výhrevné konvektory, radiátory a teplovzdušné ohrievače
- Sálavé panely
- Elektrické podlahové vykurovacie káble (podlahové kúrenie)

Centrálné

- Teplovodný elektro-kotol [17]

Lokálne - tzn. Umiestnenie tepelného zdroja tepla je v mieste spotreby (v miestnosti).
Centrálné – tzn. Tepelný zdroj je umiestnený v miestnosti (najčastejšie v technickej miestnosti) a z tejto miestnosti je vytvorená rozvodná sieť tepelného média do ostatných častí objektu.

Výhodou priamo-výhrevného vykurovania je skvelá dynamika vykurovania tzn. rýchlosť narastania teploty vzduchu vo vykurovanom objekte. Tieto zariadenia pracujú s max. teplotou vykurovacieho telesa až 150 °C a je dôležité že vykurovacie teleso je ukryté a chránené pred priamym kontaktom. [18]

Pre tento typ vykurovania je sú vytvorené špeciálne dvojtarifové sadzby cien elektrickej energie v ČR D35d a D45d. Jedná sa o VT – vysoká tarifa a NT - nízka tarifa kde je rozdielna cena elektriny a plus sa platí mesačný poplatok za hlavný istič. Ceny pre rok 2021 sú uvedené v Tab.č. 7.

Tab.č. 7. Cena elektrickej energie pre rok 2021v ČR [19]

Sadzba D 45d - Dvojtarifová sadzba s operatívnym riadením doby platnosti nízkeho tarifu po dobu 20 hodín				
		E.ON	PRE	ČEZ
Cena 1 kWh v Kč s DPH	vysoký tarif	4,06	3,22327	3,03428
	nízky tarif	3,2083	2,8254	2,89373
Platba podľa veľkosti hlavného ističa	mesačná platba v Kč s DPH			
do 3x10 A do 1x25 A vrátane		260,04	238,26	263,67
nad 3x10 A do 3x16 A vrátane		350,79	320,54	361,68
nad 3x16 A do 3x20 A vrátane		411,29	374,99	427,02
nad 3x20 A do 3x25 A vrátane		487,52	443,96	509,3
nad 3x25 A do 3x32 A vrátane		592,79	540,76	623,04

1.5.2.1. Konvektory a teplovzdušné ohrievače

Konvektory sú elektrické vykurovacie zariadenia ktoré premieňajú priamo elektrickú energiu na tepelnú energiu. Tepelná energia sa šíri výhradne prúdením (konvekciou) vzduchu. Princíp ohrevu – do spodnej časti konvektoru sa dostane vzduch z objektu a z hornej časti odchádza ohriaty vzduch, ktorý prirodzeným prúdením vzduchu (ohriaty vzduch stúpa vyššie) ohreje vzduch v celom objekte [17].

Konvektory je možné premiestňovať alebo inštalovať priamo na stenu. Pri inštalácii pevne na stenu sa umiestňujú konvektory na vonkajšie obvodové steny kvôli lepšiemu pokrytiu tepelných strát. Modernejšie vykurovacie telesá sú nízkotepelné a vyrobené zo špeciálnej zliatiny, v dôsledku čoho sa vykurovacie teleso po zapnutí niekoľko násobne rýchlejšie ohrieva (od 30 až 60 sekúnd) dokáže začať vykurovať objekt. Novodobé konvektory sú vybavené lepšou reguláciou kde si centrálné môžeme riadiť ich prevádzku. Účinnosť vykurovacieho telesa sa pohybuje okolo 90%.

Teplovzdušné ohrievače sa odlišujú tým, že vzniká nútené prúdenie (konvekcia) pomocou ventilátoru. Teplovzdušné bežné varianty a konvektory sa pohybujú s príkonom od 500 až 3000 W. Špeciálne elektrické ohrievače s ventilátorom sa pohybujú s výkonom aj 18 - 40kW [20]. [17] [21]



Obr. 6. Elektrický teplovzdušný konvektor [22]



Obr. 7. Elektrický teplovzdušný konvektor s ventilátorom [23]

Podlahové priamo-výhrevné vykurovania

Ide špeciálny typ konvektoru. Princíp fungovania je rovnaký ako klasický konvektor, len vykurovacie teleso je umiestnené v podlahovom žľabe s ochranou mriežkou. Vykurovacie teleso je vybavené nasávacím systémom ktorý pracuje mocou ventilátora kde do vykurovacej časti vháňa chladný vzduch a v zapätý prúdi ohriaty vzduch von do okolia a ohrieva miestnosť. Regulácia výkonu je zabezpečená zabudovaným termostatom ktorý riadi zapínanie a vypínanie vykurovacieho telesa. Výkon sa pri tomto type vykurovacieho zariadenia pohybuje v závislosti od rozmerov tak od 600 W až po špeciálne veľkosti s výkonom až 19 kW. Obmedzujúca je len veľkosť. [21] [24]

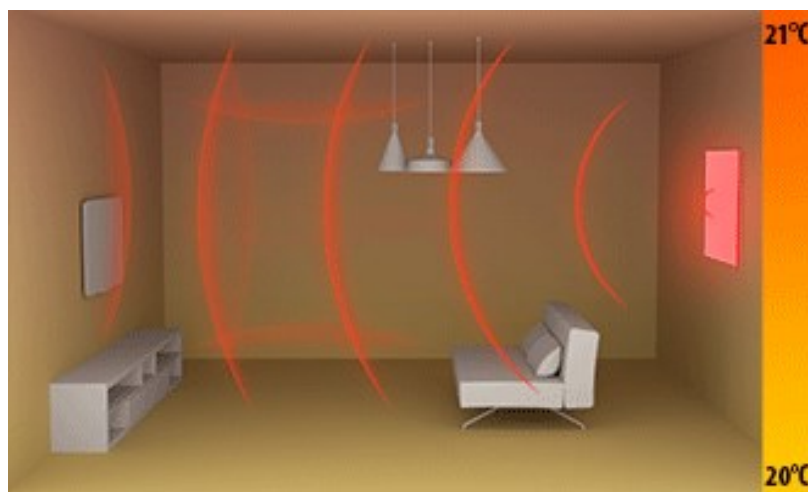


Obr. 8. Podlahové konvektory s ventilátorom FRT (princíp funkcie) [25]

1.5.2.2. Sálavé elektrické vykurovanie

Pri sálavom vykurovaní dochádza k prenosu tepla prednostne žiarením. Všetky telesá vyžarujú do svojho okolia elektromagnetickú energiu. Z veľkého rozsahu vlnových dĺžok nás zaujímajú len, tie ktoré môžu predmety pohlcovať a zmeniť ju tepelnú energiu. Vykurovacie teleso priamo-výhrevných paneloch býva tlaková vykurovacia fólia na bázy grafitu, ktorá je oddelená od pohľadovej časti dielektrickou izolačnou doskou. Sálavé vykurovacie zariadenia môžu byť infračervené žiariče, ich vykurovacie teleso má povrchovú teplotu viac než 250°C a sálajúce teplo je usmerňované reflektorom. Vysokoteplotné sálavé panely pre vykurovanie priemyselných objektov a skladových priestorov sa pohybuje príkon od 900 W až 3,6 kW. [17] [26] [21]

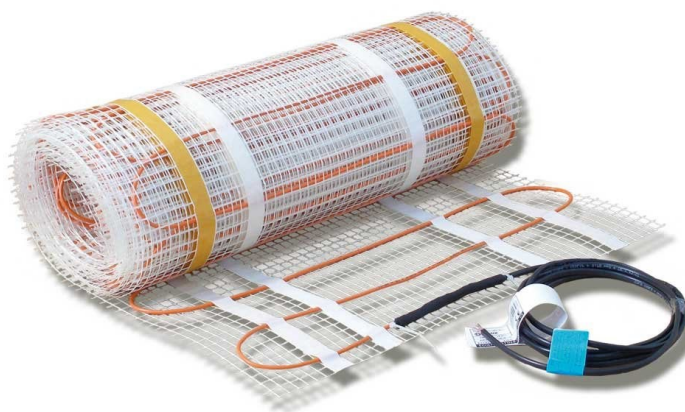
Nízkoteplotné sálavé vykurovacie telesá majú na svojom povrchu teplotu 25 – 40 °C. V tomto prípade je zdrojom tepla infražiarovka. Je to tenká trubica vo vykurovacom telese sa ich nachádza niekoľko. Veľmi podstatný fakt je, že dochádza k zahrievaniu predmetov a osôb, nedochádza k ohrievaniu vzduchu ako pri konvekčnom el. vykurovaní. Vzduch je ohrievaný až z konštrukcie, predmetov a ľudí. El. Výkon týchto panelov pre potreby vykurovania sa v domácnostiach pohybuje od 100 W – 850 W. Sú umiestňované na stenu prípadne na strop.. Predajca uvádza, že výhrevnosť panelov Ecosun 300 E s príkonom 300W dokáže vyhriať miestnosť o veľkosti 3 – 4 m², pri tepelných stratách miestnosti 80 W/m² u novostavieb a pri starších domoch 100 W/ m². Úspora el. energie je udávaná 18 – 24 % oproti konvekčnému vykurovanie. [17] [26]



Obr. 9. Princíp sálavého vykurovania [27]

Podlahové sálavé vykurovanie

Plošné podlahové systémy sú realizované pomocou elektrických vykurovacích (odporových) káblov zaliatych tenkou vrstvou betónu (od 4 cm), alebo lepiaceho tmelu pod dlažbu tzv. Vykurovacia rohož pre tvz. mokrú montáž a suchú montáž, sa využíva aj pod laminátovú podlahu, parkety, atď. Sú dva základné typy vykurovacích rohoží. Prvý typ je jednožilový vodič s oteplením - ide o odporový vodič, ktorý sa musí pripojený späť na pripájacie miesto aby sa mohol uzatvoriť obvod. Druhý typ je dvojžilová vykurovacia rohož, ktorá je zložená z dvojžilové vodiča. Tento vodič sa skladá s dvoch žíl a preto napájací vodič je len na začiatku a druhý koniec sa nemusí vrátiť späť, aby uzatváral obvod. Táto druhá s variant je oproti predchádzajúcej jednoduchšia. Pri jednožilovej rohoži sa pohybuje výkon $80 - 160 \text{ W/m}^2$ a pri dvojžilovej verzii rohože sú výkony na m^2 rovnaké. Pri použití rohoží do vonkajšieho prostredia sa výkon pohybuje od 300 W/m^2 . [17]



Obr. 10. Dvojžilová vykurovacia rohož [28]

Taktiež sa používa samotný alebo dvojžilový vodič s ochranným oteplením ktorý má priemer 2,6 až 3,2 mm a dosahuje výkonu 8 – 18 W/m, pri inštaláciách vo vonkajšom prostredí dosahuje výkon od 30 W/m. [29]

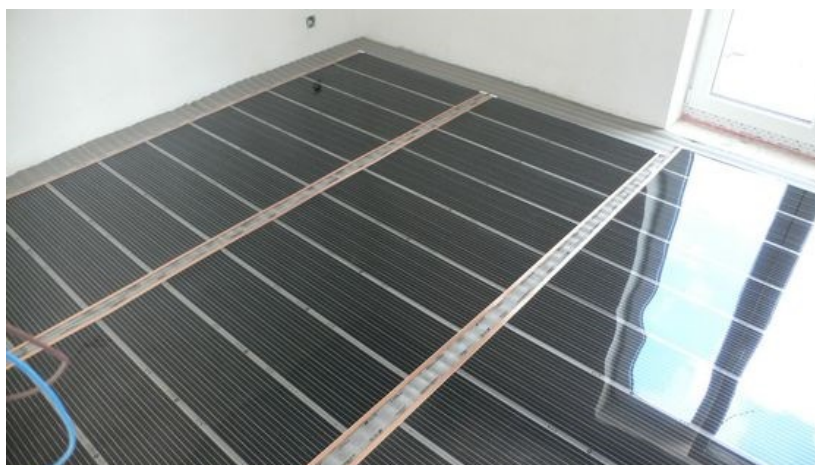


Obr. 11. Vykurovací jedno a dvojžilový kábel [30]

Podlahové vykurovacie fólie majú veľkú výhodu, že nie je nutné zasahovať do stavebnej konštrukcie. Teplo je vytvárané v na špeciálnych grafitových vykurovacích pásoch vďaka elektrickému odporu. Výkon je závislý od vzájomnej vzdialeností medzi vykurovacími pásikmi, množstva použitého grafitu a šírky pásov. Tento typ vykurovania dosahuje max. teploty 27 °C. Reguláciu je pri všetkých z variant možné zaistiť termostatom s podlahovou sondou. Elektrické vykurovacie fólie sa vyrábajú s šírkach 100, 80, 60, 50 a výkonoch dosahujúcich 80, 60 a 40 W/m². Stropné vykurovacie fólie sa predávajú s výkonom 100 až 200 W/m². Pri výkone 100 W/m² sa pre predstavu pohybuje výkon na dĺžkový meter 40 W /m. Rovnako sa používa aj verzia umiestnenia na strop, pri porovnaní týchto dvoch inštalácií sa nepreukázali jednoznačné benefity. [31]

Tab.č. 8. Parametre infračervených vykurovacích fólií (uhlíkové) [32]

Model	Šírka (cm)	Výkon (W/m ²)	Max. teplota (°C)	Napätie (V)
TF – 3025 TL	25	140	42	AC 230
TF – 305 ET	50	400	75	AC 230
TF – 310 TH	100	60	29	AC230
TF – 303 DC 12V	30	220	55	DC12



Obr. 12. Podlahové vykurovanie pomocou elektrických vykurovacích fólií [33]

1.5.2.3. Elektro-kotol

Elektro-vodný kotol (elektro-kotol) je zložený s vykurovacieho telesa, ktorý pracuje na odporom princípe (klasický elektrický kotol) , alebo pomocou elektród. V Elektródovom kotli vzniká teplo priechodom elektrického prúdu vodou (elektrolytom) medzi elektródami. Elektro-kotol je hlavne využiteľný u novostavieb, ale je možné ho nahradiť kotlom na tuhé palivo. Kde sa používa vykurovací systém ústredného teplovodného vykurovania, najčastejšie v rodinných a bytových domoch. [17]

Tieto kotle sa vo väčšine domových inštalácií používajú ako doplnkový zdroj vykurovania k primárnemu zdroju napr. tepelnému čerpadlu alebo prípadne solárne termickému kolektoru. Pri chladných dňoch keď hlavný zdroj nedokáže dostatočne vykúriť objekt na nastavenú teplotu. Elektro-kotol je kombinovaný s teplovodným podlahovým vykurovaním alebo teplovodným konvektorom.

Tab.č. 9. Špecifikácie elektro-kotlov od značky Protherm Raja a odporúčané istenie [34]

Výkon kotla (kW)	Výkon a počet vykurov. telies	Menovitý prúd ističa (A)
6	2 x 3 kW	10 (1f – 32)
9	1 x 3kW + 1 x 6 kW	16 (1f – 50)
12	2 x 6 kW	20
14	2 x 7 kW	25
18	3 x 6 kW	32
21	3 x 7 kW	40
24	4 x 6 kW	40
28	4 x 7 kW	50

Tab.č. 10. Zobrazenie jednotlivých stupňov pre vybrané kotle značky Protherm Raja [34]

Výkon kotla	Výkonové stupne (kW)								
6 kW	1	2	3	4	5	6			
21 kW	2,3	4,7	7	9,3	11,7	14	16,3	18,7	21

1.5.3. Akumulačné elektrické vykurovanie

Pri akumuláčnom vykurovacom systéme je primárne využívaná dvojtarifná sadzba (ceny vid. Tab.č. 7). Akumulácia tepelnej energie prebieha v časovom úseku tarifných časom vo väčšine prípadov to je od 22 do 6 hod. Tento spôsob využívania taríf je ekonomicky výhodný. Teplo je vytvárané pomocou elektrickej energie a je premieňaná v el. odporových vykurovacích článkoch prípadne pomocou káblov ktoré sú zabudované v akumuláčnom materiáli danej nádoby. V kotloch s akumuláciou sa absorbuje (na akumuluje) do materiálu ako napr. šamot alebo magnezit a tepelného distribučného média - vody. Tvar vykurovacieho telesa je v tvare špirály, ktorá je po obvode kotla. [17]

Ústredné elektrické akumulčné vykurovanie

Ústredné elektrické akumulčné vykurovanie je zložené s klasickou teplovodnou vykurovacej sústavou, ktorá využíva na ohrev elektrickú energiu odporový zdroj tepla a akumulčnej nádrže. Akumulačná nádrž je tlaková nádoba, ktorá uchováva teplo z privádzajúceho zdroja ktoré z tejto nádoby môžeme využívať na vykurovanie objektu. Akumulácia zabezpečuje úsporné riešenie prevádzky a efektívnejšie ale aj ekologickejšie vykurovanie oproti vykurovania elektrickými priamo-výhrevnými konvektormi. [17]

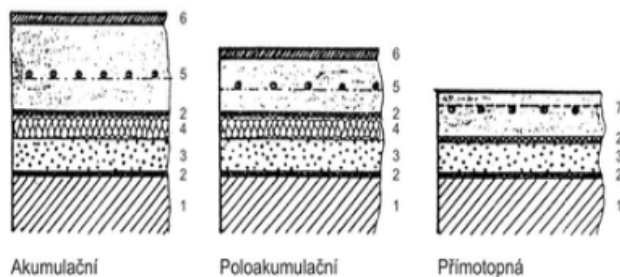
Akumulačné podlahové vykurovanie

Akumulačné podlahové vykurovanie je založené na tepelnom zdroji ktorý je uložený v troch základných typoch ako pri priamo-výhrevnom elektrickom podlahovom vykurovaní – tzv. mokrý a suchý spôsob. Základná podlahová konštrukcia musí mať min. hrúbku 90 mm pre dosiahnutie najefektívnejšej akumulácie energie. tepelná izolácia je najčastejšie tvorená pomocou polystyrénu prípadne minerálnej vaty. Tepelné médium (voda) sa presúva do jednotlivých miestností pomocou plastových rúrok ktoré sú umiestnené pri tzn. mokrom spôsobe betóne kde sú napr. prichytávané príchytkami na sieť. Pri tzn. suchom spôsobe sú prichytené v systémovej doske ktorá je zložená z teplo vodivého plechu a tepelnej izolácie. teplota vykurovacieho média môže byť v rozmedzí od 40 do 70 °C. Pri oboch spôsoboch sa na vrch sa už umiestňuje podlaha ako napr. keramická dlažba prípadne parkety. Pri mokrom spôsobe je odporúčaná teplota vykurovacieho média v rozmedzí 35 °C - 55°C, tepelný výkon tejto vykurovacej sústavy je braný od 50 W/m², najčastejšie sa pohybuje 200 – 250 W/m² [35]. [17]

Pri použití tohto typu vykurovania musia objekty spĺňať požiadavky – tepelná strata objektu musí byť aspoň v rozmedzí 15 – 25 W/m³. [36]

Ako sekundárny spôsob pri tomto type vykurovania býva najčastejšie zabezpečený lokálnymi priamo-výhrevnými zdrojmi umiestnenými v strope prípadne na stenách.

Porovnanie konštrukčnej skladby podláh na Obr. 13. Pri akumulčnom spôsobe podlahového vykurovanie je vrstva betónu vysoká, a to s dôvodu, že akumulácia tepelnej energie je priamo úmerne závislá akumulčnej vrstve. Priamo-výhrevné podlahové systémy majú minimálnu akumulčnú vrstvu (len takú aby betón nepraskol) a mohol priamo predávať tepelnú energiu do prostredia miestnosti.



Obr. 13. Rozdiel v konštrukčnej skladbe jednotlivých typov podlahového vykurovania

1.5.4. Tepelné čerpadlá

Prevádzkovanie tepelných čerpadiel je závislé od celkových tepelných strát objektu, a je to jeden z určujúcich faktorov pri výbere toho najvhodnejšieho variantu. Tepelné čerpadlo nie je dimenzované na maximálne tepelné straty / max. potrebný výkon (max. teploty Obr. 21) a to z ekonomického dôvodu. Podľa toho ako dokáže tepelné čerpadlo pokryť tepelné straty a aký podiel výkonu zabezpečuje sekundárny (náhradný) zdroj, tak sú aj rozdelené jeho prevádzkové stavy –

1. Monovalentná prevádzka – Tepelné straty sú pri tejto prevádzke pokryté aj v tých najchladnejších dňoch v roku. Táto prevádzka je ekonomicky výhodná za predpokladu, že vykurovaný objekt má minimálne tepelné straty (objekt s ideálnou izoláciou). Pri tejto prevádzke sa využívajú tepelné čerpadlá zem/voda prípadne voda/voda.
2. Monoenergetická prevádzka – Pri tomto typu prevádzky je nutné pripojiť do sekundárneho okruhu malý el. zdroj (tzn. predhrievač), on má za uhlu v najchladnejších dňoch pokryť odberové špičky potrebného výkonu tepla. Ide o najlepší pomer medzi investíciou / prevádzkovými nákladmi.
3. Bivalentná prevádzka – jedná o obdobnú prevádzku ako pri 2. type prevádzky ale na rozdiel od neho je použitý druhý nezávislý zdroj tepla. Tep. Čerpadlo nie je dimenzované na výkonové špičky a to je zastrešované náhradný zdrojom. . Vo väčšine nie je zabezpečený paralelný chod oboch zdrojov. [17]

Bod bivalencie

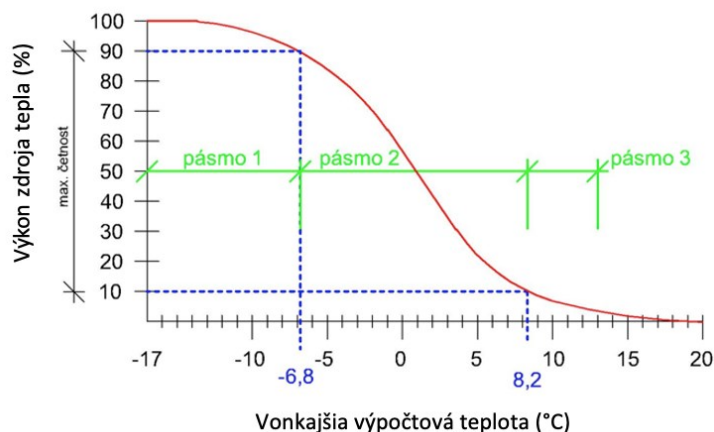
Udáva teplotný rozsah, v ktorom je možné prevádzkovať tepelné čerpadlo v rozumnej miere ekonomickej alebo techniky novej prevádzky. Pod touto hodnotou je uplatnená prevádzka 2. monoenergetická alebo 3. bivalentná. Bod bivalencie pre znázornenie predstavuje teplota (– 6,8 °C) a je znázornené na Graf. 3.

Príklad stanovenia spotreby elektrickej energie na vykurovanie tepelným čerpadlom

Pre nízkoenergetický dom štandardu merná ročná spotreba tepla nemala prekročiť 5 a 50 kWh/m². U pasívneho štandardu by nemali prekročiť mernú spotrebu tepla 20 kWh/m² za rok a pre rodinné domy 15 kWh/m² za rok, pre bytové domy a ďalšie podmienky sú uvedené v tabuľke č. 1, danej smernici MŽP č.9/2009.

Pre príklad berieme nízkoenergetický bytový dom ktorý pozostáva s 10 bytov. Rozloha jedného bytu je 60m². Dĺžka vykurovacej sezóny je 5500 h súčiniteľ dennej nerovnomernosti je $sn = 0,5$. Vypočítaný navrhovaný výkon je vypočítaný pre jeden byt 1,1 kW a pre celý bytový dom 10,9 kW. Doba využitia vypočítaného vykurovacieho výkonu je znázornená v Tab.č. 11 [37]

Pásmo 1. predstavuje pásmo kde tepelné čerpadlo potrebuje na svoju prevádzku prídavný zdroj, prípadne prestáva pracovať. Pásmo 2 predstavuje teploty (–7°C až 8 °C), v tomto období by účinnosť mala nadobúdať najvyššie hodnoty a v 3. pásme nám potrebný výkon smeruje k jednotkám percent.



Graf. 3 Výkonové rozdelenie klimatizácie vo vykurovacom období v závislosti vonkajšej teploty [37]

Tab.č. 11. Znázornenie doby vykurovania tepelného čerpadla [37]

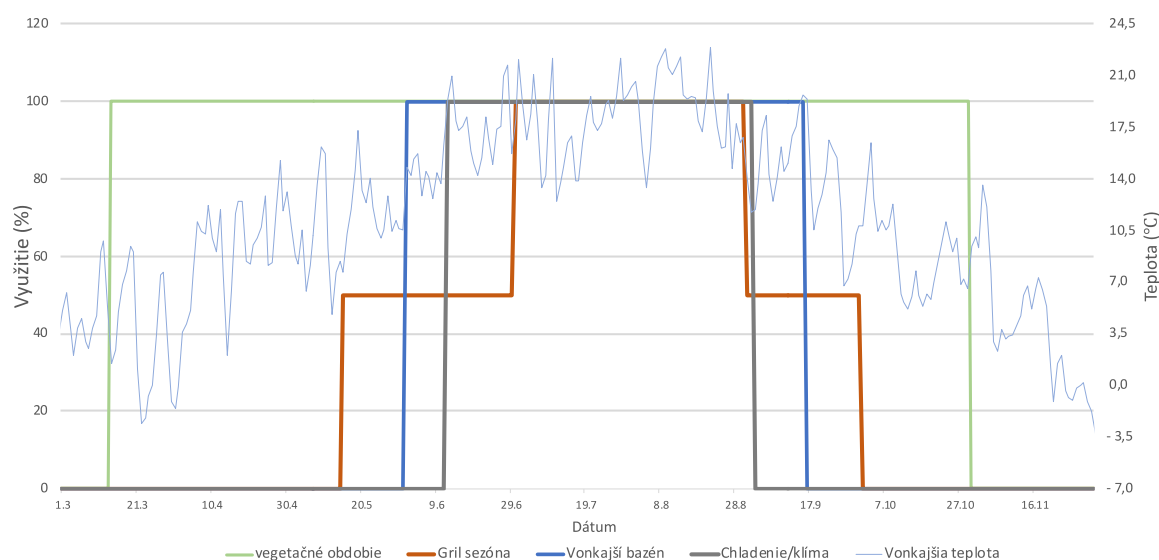
Popis	Rozdelenie vykurovacieho obdobia		
	Pásmo 1	Pásmo 2	Pásmo 3
Rozsah vonkajších teplôt (°C)	-17 až -6,8	-6,87 až 8,2	8,2 až 13
Doba prevádzky (%)	10	80	10
Doba prevádzky z 271 dní (6505 h) (h)	650	5204	650
Rozsah merného výkonu (%)	100 až 72,4	74,4 až 31,9	31,9 až 18,9

Tab.č. 12. Výpočet celkovej spotreby elektrickej energie pre tepelné čerpadlo vzduch – voda [38]

Vonkajšia teplota	Počet hodín	Tepelná strata	Výkon tepelného čerpadla	Elektrický predhrev	Celková spotreba el. ener. za hodinu	Celková ročná potreba tepla	Celková spotreba el. ener.
[°C]	[-]	[kW]	[kW]	[kW]	[kWh/h]	[kWh]	[kWh]
-10	1	10	7,48	2,52	5,51	10	6
-9	25	9,62	7,58	2,03	4,96	240	124
-8	23	9,23	7,68	1,55	4,42	212	102
-7	24	8,85	7,77	1,07	3,88	212	93
-6	27	8,46	7,87	0,59	3,35	228	90
-5	68	8,08	7,97	0,11	2,82	549	192
-4	91	7,69	8,06	0	2,55	700	232
-3	89	7,31	8,16	0	2,37	650	211
-2	165	6,92	8,26	0	2,2	1142	363
-1	173	6,54	8,35	0	2,04	1131	353
0	240	6,15	8,45	0	1,89	1477	453
1	280	5,77	8,55	0	1,74	1615	488
2	320	5,38	8,65	0	1,61	1723	514
3	357	5	8,74	0	1,47	1785	527
4	356	4,62	8,84	0	1,35	1643	481
5	303	4,23	8,94	0	1,23	1282	373
6	330	3,85	9,03	0	1,12	1269	369
7	326	3,46	9,13	0	1,01	1128	329
8	348	3,08	9,23	0	0,9	1071	315

9	335	2,69	9,32	0	0,8	902	269
10	315	2,31	9,42	0	0,71	727	223
11	215	1,92	9,52	0	0,62	413	133
12	169	1,54	9,61	0	0,53	260	89
13	151	1,15	9,71	0	0,44	174	67
14	105	0,77	9,81	0	0,36	81	38
15	74	0,38	9,9	0	0,28	28	21

1.6. Sezónne využívané spotrebiče



Graf. 4 Rozdelenie sezónnych období

Nie všetky spotrebiče sú využívané rovnako v priebehu celého roka. S toho dôvodu je pri nezákonnom odbere dôležité určenie frekvencie používania a dĺžky využívaného obdobia.

Jednotlivé roky v závislosti od počasia sa môžu o niečo líšiť ale pre náhradný výpočet je toto rozdelenie dostačujúce. S toho si môžeme vyjadriť jednotlivé obdobia (jedná sa o približné dátumy začiatky a koncov, pretože všetky činnosti v týchto obdobiach sú závislé od počasia) :

- Vegetačné obdobie začína od 15.3 a končí 30.9 kde je výkon jednotlivý zariadený využitý na 100%. V ostatnom časovom období sa nevyužívajú.
- Grilovacia sezóna nie je jednotné obdobie a preto je to zohľadnené pri určovaní frekvencie používania. Od 15.5 do 30.6 a od 30.8 do 30.9 to predstavuje 50 % využitie oproti obdobiu od 30.6 do 30.8 kde je výkon zariadení na grilovanie využívaný na 100 %. Mimo tohto obdobia nie je predpokladané použitie týchto zariadení.
- Klimatizácia/Chladenie (chladene/klíma) je obdobie ktoré využívané cca 12.6 a končí 1.9 v tomto období je výkon tohto zariadenia využívaný na 100 %. Náhradný výpočet spotreby je v popísaný kapitole 4.1.

- Vonkajší bazén označuje obdobie v ktorom je možné využívať vonkajší bazén, pri ktorom sú použité zariadenia na jeho prevádzku. Tieto zariadenia sú používané v tomto období a ich inštalovaný výkon je využívaný na 100 %. Mimo tohto obdobia sa tie zariadenia nevyužívajú [4] [5].

Pre znázornenie bola použitá skutočná nameraná priemerná teplota v ČR z roku 2020, ktorá nám potvrdzuje navrhovanú predikciu spotreby pre jednotlivé obdobia.

1.6.1. Elektrická kosačka

Sezóna kosenia tráv sa začína všeobecne začína od 15.marca a trvá do 30. októbra čo predstavuje 229 dní. Toto obdobie sa nazýva Vegetačné. Okrasný trávnik sa kosí s frekvenciou 20 – 40 krát (výška 1,5 – 3 cm), športový trávnik 25 – 45 krát (3 – 4 cm), úžitkový trávnik 3 – 20 krát (3,5 - 4cm), krajinný trávnik 1 – 3 krát (6 – 8 cm).

V tomto období sa priemerné kosenie tráv 20-krát za vegetačné obdobie čo predstavuje frekvenciu kosenia trávnik pri rodinnom dome ktorý je kosený každých 5 -10 dní pri využití inštalovaného výkonu kosačky, po priemernú dobu 4 hodín. [4] [5]

Pre porovnanie robotickej kosačky gardena Sileno life 750 je udávaná mesačná spotreba 8kWh na 750m² čo by v priemere mesačne 1m² by vychádzalo 0,0106 kWh. [39]

1.6.2. Elektrický gril

Grilovacia sezóna sa v našich krajinách (SR,ČR) odhaduje od 15.mája do 30.septembra. V období od 15.5. do 30.6 je využívanie elektrického grilu 1 x za dva týždne po dobu 2 hodiny. Od 1.7 a 31.8 to je priemerne 1x do týždňa po dobu 2 hodín. V poslednej časti grilovacej sezóny to je od 1.9 do 30.9 to je znovu 1x za dva týždne. Obdobie ktoré je mimo sezóny tak neuvažujeme o používaní elektrického grilu. [5]

1.6.3. Ohrev vody a filtrácia bazéna

Letná sezóna na kúpanie je navrhnutá od 1.6 do 15.9. V tejto období je vykurovací systém pre bazén využiteľný na 100 %. V mimo tejto sezóny toto zariadenie vypnuté.

Denná priemerná využiteľnosť týchto zariadení je maximálne 3 h na deň kde do výpočtu nevstupuje množstvo ohrievanej vody. Priemerné tepelné straty vnútorného bazéna predstavujú 70W/m², pre priemerné podmienky vonkajšieho bazéna 0,15 – 0,20 kW/m². Ale pri použití dobrého zastrešenia bazéna je sa možné dostať na podobné tepelné straty ako u vnútorných bazénov. [40]

Vykurovací výkon priamo-výhrevného zariadenia pri obehovom čerpadle s konštantným prečerpávacím množstvom vody 1,55 l/min. Je potrebný výkon pri jednoduchom výpočte 1,7 kW pri počiatočnej teplote vody 10 °C a požadovanej teplote okolo 26 °C. [41]

Pri použití : tepelného čerpadla P900 Compact OMEGA 9,1 kW ktorý dokáže ohriať max. 30 až 40 m³ množstva vody v bazéne o 0,25 stupňov za hodinu. Pre ohriatie 10m³ vody v bazéne o 1°C bude

pracovať toto zariadenie 1hod. Odhadovaný čas použitia tohto zariadenia by bol 5h, čo by prestavalo ohriatie 10m³ bazénu o 5 °C a spotrebovaná elektrická energia pre predstavovala hodnotu 45,5 kWh za deň.

K spotrebe elektrickej energie tepelného čerpadla je potrebné pripočítať výkon obehové čerpadlo. [42]

Pre uvažovanie o spotrebe elektrickej energie pre zariadenie na filtráciu vody v bazéne je dôležité brať v úvahu – frekvenciu používania bazéna a počasie v danom období.

V letnom počasí by sa voda v bazéne mala prečisti 3 – 5-krát. Pri výpočte doby spotreby je dôležitý parameter koľko m³ dokáže prefiltrovať za 1 hodinu. Príkony takýchto zariadení sa pohybujú cca 0,65 kW pri výkone filtračného množstva vody 9,5 m³/h. Pri veľkosti bazéna 10 m³ je odhadovaná doba 5 h pri použití max. inštalovaného príkonu. Priemerná denná spotreba pre filtráciu bazénu o veľkosti 10m³ na jeden deň predstavuje 3,38 kWh. [43]

1.6.4. Sauna

Doba využívania sauny začína 30.9 a končí 15.3, Využívanie sauny je závislé od vonkajšieho počasia a s toho dôvodu ľudia saunu využívajú predovšetkým v zimnom období. S toho dôvodu je sauna braná ako sezónne zariadenie. Doba využívania sauny je navrhnutý na interval 1 krát v priebehu týždňa (7 dní). Čas využitia inštalovaného výkonu je 1,5 h/deň

Bežná spotreba elektrickej energie pre saunu je navrhnutá 6 kWh/ deň. [4] [5]

1.7. Mrziarne a chladiarne – analýza zariadení

Tieto zariadenia pracujú len v jednom režime a to mrazenia alebo chladenia. Pre porovnanie naše domáce kombinované chladničky majú obe spomínané funkcie. Mrziarne a chladiarne sú využívané väčšinou v podnikateľskej sfére kde je potrebné udržiavať konštantne nízke teploty (napr. uskladnenie veľkého množstva potravín). S toho dôvodu sú väčšinou vybudované chladiace a mraziace komory (boxy) ktoré sú umiestnené v miestnosti, prípadne aj celé miestnosti. Tieto priestory musia byť vybavené termoizolačnými stenami ktoré sú v priebehu celého roku vystavené rovnakej teplote a tepelné straty sú po celý rok nemenné (konštantné). Miestnosť okolo mraziacich (aj chladiacich) priestorov je udržiavaná teplota na stálej hodnote a to vykurovaním prípadne klimatizovaním.

Na vonkajších častiach budovy (fasádach) sú umiestnené kondenzačné jednotky mraziacich (chladiacich) zariadení, prípadne sa nachádzajú v budove ale musí byť zaistený prísun vonkajšieho (čistého) vzduchu a nerušil svojím hlukom. Kompresorová jednotka je chladená vonkajším vzduchom pomocou ventilátoru. Vonkajší teplota vzduchu sa mení v priebehu celého roku.

Závislosť spotreby kombinovanej chladničky na okolnej teplote, nastaveniu termostatu prípadne počtu otvárania dverí je vytvorená analýza v publikácii [44]. Ale pre túto aplikáciu nie je možné použiť túto teplotnú závislosť spotreby a to s toho dôvodu lebo kondenzačná jednotka chladničky a aj chladiaci box je v priestore kde dochádza k zmene teploty. S toho dôvodu bolo nainštalované vlastné meracie zariadenie na dvoch chladiacich zariadeniach (miestnostiach) v objekte porubského kampusu VŠB – TUO.

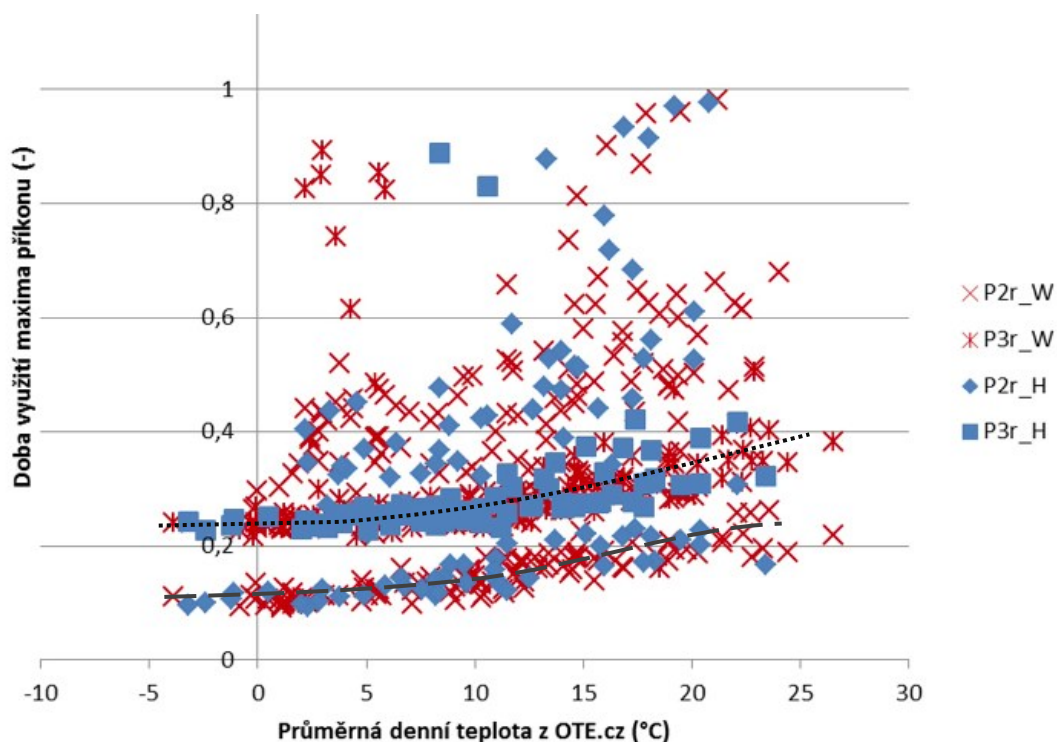
Meranie bolo začaté 1.3.2017 a trvalo do 10.12.2017. Z nameraných dát bola odčítaná hodnota inštalovaného príkonu chladiacich zariadení. Inštalovaný (inšt.) príkon je braný ako max. hodnota jedinomínutovej spotreby. Zmerané inštalované príkony boli pre prvé zariadenie 1,25 kW a druhé 0,9

kW. V tejto hodnote príkonu sú zahrnutá aj spotreba ventilátoru, osvetlenia vo vnútri chladiacej miestnosti a aj kondenzačná (kompresorová) jednotka.

Nameraná dáta boli spracované do jednotlivých skupín a rozdelených na jednodenné priemery príkonov. Ku každému meranému dňu bola priradená priemerná denná teplota z portálu OTE a.s. a spracovaný príkon daného dňa. Priemerné denné teploty boli s regiónu Severní Morava (Obr. 20). Z dôvodu porovnania jednotlivých chladiarenských zariadení bolo potrebné priemerné denné príkony normalizovať pomerom k inštalovanému výkonu. Výsledkom tohto merania je doba denného využitia maximálneho príkonu pri danej teplote vzduchu.

Výsledky sú graficky spracované na Obr. 14. Kde môžete vidieť dve rôzne využitia príkonu. S indexom **W** (working) je označený pracovný deň (pondelok až piatok) a **H** (holidays) dni pracovného pokoja. Z grafu môžeme vyčítať dve teplotne závislé hodnoty a to 0,25 pre chladiace zariadenie s označením P3 a hodnota 0,1 pre zariadenie označené P2. V grafe sú vyznačené dve závislosti trendu doby maximálneho využitia pre P2 (čiarkovaná) a pre P3 (bodkovaná). S toho nám je zrejmé, že s rastúcou vonkajšou teplotou nám rastie aj využiteľnosť max príkonu a to pre zariadenie s označením P2 nadobúda hodnoty 0,1 pri 0 °C a pri teplote 27 °C hodnotu 0,25. Pre P3 pri teplote 0°C má hodnotu využitia 0,25 a vráťta pri teplote 27°C na 0,39.

V grafe môžeme vidieť hodnoty ktoré sú mimo trendových čiar (zhľuku bodov), tieto hodnoty vyznačujú, že pri prevádzke bolo do týchto zariadení vstupované prípadne bol vkladáný do zariadený nový tovar. [4] [5]



Obr. 14. Využitie inšt. príkonu v závislosti na priemernej dennej teplote v regióne Severní Morava [4] [5]

1.8. Klimatizačná jednotka /Chladenie

Skutočný výpočet pre ročnú spotrebu klimatizačnej jednotky a určovanie energetickej triedy sa vykonáva podľa delegovaného nariadenia komisie Európskej únie (EÚ) č. 626/2011 z dňa 4. mája 2011. Toto nariadenie dopĺňa smernica európskeho parlamentu a Rady 2010/30/ EÚ. Pomocou tejto metódy je veľmi náročné určiť spotrebu elektrickej energie a s toho dôvodu bola navrhnutá zjednodušená varianta (metodika) je popísaná nižšie v kap. 4.1. Výkon chladenia je často označovaný BTU/hod (British thermal unit/hod).

Tab.č. 13. Parametre klimatizácií a štítkové hodnoty spotreby vo funkcii chladenia [45] [46]

Popis	Príkon chladenia (kW)	Spotreba chladenia (kWh/rok)
Whirpool SPIW 312A2WF	3,5	201
Midea/Comfee 3D-27K TRIO	7,9	453
Sinclair ASW – 12 BI	3,7	240

Tieto požadovaný parametre zaisťujú klimatizačné zariadenia pomocou svojich funkcií:

- Výmenou vzduchu riadeným vetraním – kde dochádza k výmene vzduchu v obytnom priestore do vonkajšieho prostredia s odvedením škodlivín.
- Čistením vzduchu, prípadne úpravou pomocou ionizácie (základ korónový výboj), sterilizácie.
- Úpravou teploty vzduchu, chladením alebo vykurovaním
- Reguláciou vlhkosti – zvlhčovaním alebo odvlhčovaním vzduchu.

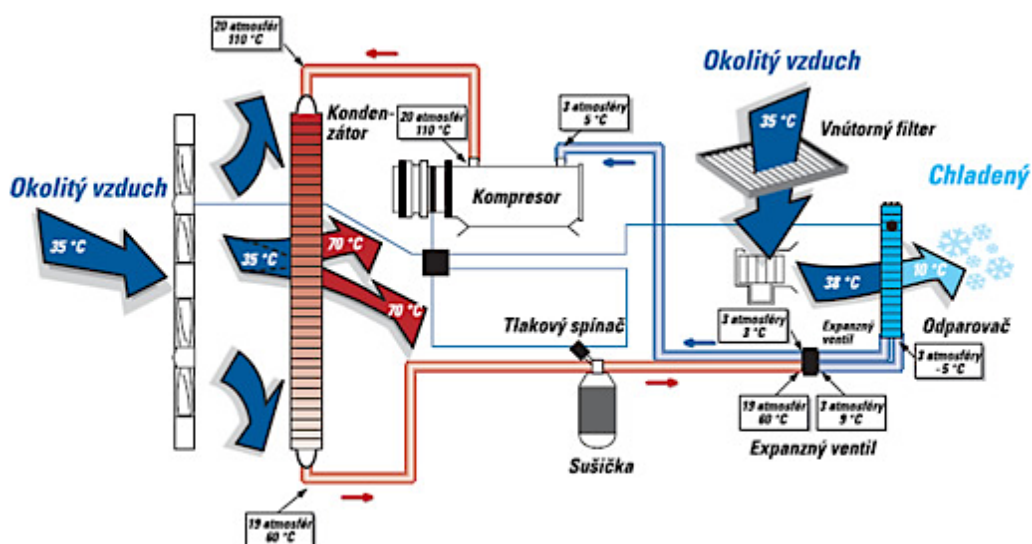
Hlavné rozdelenie klimatizácií :

- a) Chladivé systémy – jednozónový systém (split) so stálym prietokom chladiva, viaczónový systém (multisplit) so stálym prietokom chladiva/s premenlivým prietokom chladiva.
- b) Vodné systémy – ventilátorové konvektory, chladiace/ vykurovacie plochy (stropy).
- c) Vzduchové systémy – jednokanálové/dvojkanálové so stálym prietokom vzduchu/premenlivým prietokom vzduchu.
- d) Kombinované systémy vzduch/voda – indukčný systém pre rozvod vody (dvoj až štvortrubkový), rozvod vzduchu jednokanálový systém.

Výroba chladu (pomocou kompresoru) je založená na princípe zmeny skupenstva tepla. Proces výroby začína v kompresore ktorý je umiestnený vo vonkajšej jednotke, kde dochádza k stlačeniu studenej pary z chladiva pri nízkom tlaku. Pomocou kompresoru dosiahneme, že na výstupe dostaneme chladivo s vysokým tlakom a vysokou teplotou. Odtiaľ je dopravené do kondenzátoru (tepelného výmenníka) kde dochádza k odoberaniu teploty chladivu ventilátorom ktorý, vháňa do systému okolitý vzduch a pri tom dochádza ku kondenzácii. V kvapalnej forme prejde cez expanzný ventil kde dôjde k zníženiu tlaku. Chladivo sa prudko ochladí pod teplotu ochladzovaného priestoru, kde sa pokračuje do odparovača/tepelného výmenníka ktorý sa nachádza vo vnútornej jednotke. Na výmenník prúdi vďaka ventilátoru vzduch ktorý sa priechodom cez výmenník ochladí na požadovaný

teplotu a smeruje na do miestnosti. A využité chladivo sa vracia späť do vonkajšej jednotky ale už pri nízkej teplote a tlaku. Na Obr. 15 je zobrazený celý princíp. [17]

Chladiaca kvapalina najčastejšie využívané R410A (GWP - 2088), ale podľa nových európskych noriem EU ktoré nespĺňa limity GWP-potenciál globálneho oteplovania – 150 až 700 tak je nahradené chladivom R32 (GWP- 675). [47]



Obr. 15. Princíp fungovania klimatizácie pri chladení [48]

1.9. Elektrické spotrebiče v domácnosti

Spotrebiče s energetickým štítkom

Energetické štítky vytvorila Európska únia a od roku 2001 boli povinne zavedené aj v ČR. Od tohto roku sú určité spotrebiče označené na viditeľnom mieste energetickým štítkom. Štítok má za úlohu jednoduchým spôsobom zobrazit dôležité parametre (energetickú účinnosť zariadenia) , ale aj odhadovanú ročnej spotrebu napr. vody, elektrickej energie. Spomínaná spotreba je pri veľa zákazníkoch rozhodujúci parameter, pretože ľudia si uvedomujú, že ceny energií majú tendenciu každoročne narastať a vedú si posúdiť, že v konečnom dôsledku aj drahšie zariadenie je ekonomicky výhodnejšie. Na týchto elektrických spotrebičoch nájdete energetický štítok:

- Televízory
- Chladničky, mrazničky a ich kombinácie
- Umývačka riadu
- Automatická práčka, sušička bielizne a práčky kombinované so sušičkou
- Vysávače
- Elektrická rúra, elektrická varná doska, Odsávač pár
- Klimatizačné jednotky
- Ohrievače a zásobníky teplej vody

[49]

Európsky parlament a rada EÚ vydala nariadenie v roku 2017 kde schválil smernicu o označovaní výrobkov. Ktorá je rozšírená o základné označenia A – G o tri nové triedy. Kde trieda „A“ je najúspornejšia kategória a označenie „G“ predstavuje najmenej energeticky úspornú (resp. neúspornú) kategóriu spotrebičov.

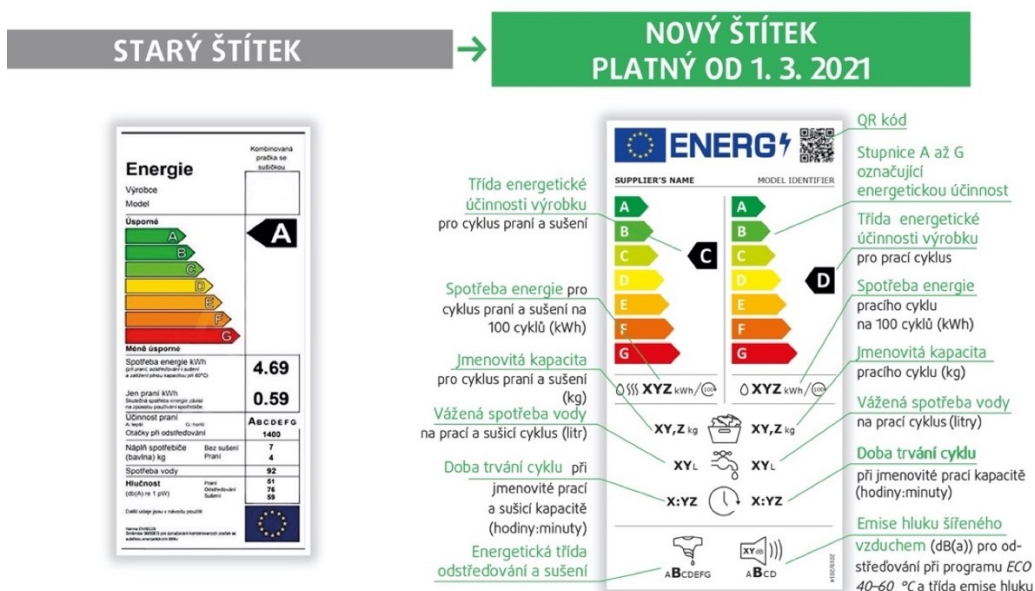
„A +“ je pri porovnaní s energetickou triedou A o 25% úspornejšia. „A ++“ úspornejšia o 25% ako predošlá trieda A +. „A +++“ úsporu energie o 25% od predchádzajúcej triedy A ++. Smernica rozširuje svoje pôsobenie aj na priemyselné zariadenia ako sú napr. predajné automaty na nápoje, vitríny. [50]

Vzniká nová skupina s označením obchodné chladničky. Tieto chladničky sa Ale od 1. marca 2021 sa dostane do predaní prvá skupina energetických štítkov pre spotrebiče umývačka riadu, práčky, sušičky, chladiace spotrebiče, elektrické displeje (televízory, monitory, digitálne informačné displeje). Pre nové energetické označenie žiaroviek sa nové triedy dostanú do praxe (predajní) od 1.septembra 2021. [51]

Príklad označenia energetického štítku - kombinovaná práčka s sušičkou bielizne

Zmeny v porovnaní s starým energetickým štítkom:

- Spotreba energie je označená ako vážená spotreba za 100cyklov
- Menovitá kapacita pre cyklus prania a sušenie
- Vážená spotreba pre prací a sušiaci cyklus
- Hlučnosť pri žmýkaní, vrátane emisnej triedy hlučnosti
- Dĺžka pracieho a sušiaceho cyklu



Obr. 16. Porovnanie energetických štítkov pre Práčku s sušičkou bielizne [52]

1.9.1. Televízor

Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 1062/2010 z dňa 28. septembra. 2010, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokiaľ ide o uvádzanie spotreby elektrickej energie na energetických štítkoch televízneho prijímača. Z nariadenia Komisie v prenesenej právomoci (EU) 2021/340 z 17.decembra.2020 sa mení nariadenie pokiaľ ide o požiadavky na označovanie elektrických displejov. Pri nečinnosti sa televízor po uplynutí 4 hodín automaticky vypne. Pre výpočet indexu energetickej náročnosti a ročnej spotreby elektrickej energie v zapnutom stave sa využije vzorec :

Vzorec pre výpočet energetickej účinnosti (EEI) pre displeje podľa nového nariadenia NAŘÍZENÍ KOMISE (EU): č. 1062/2010 [53]

$$EEI = \frac{P}{P_{ref}(A)} \quad (1.5)$$

$$P_{ref}(A) = P_{basic} + A \cdot 4,3224 \quad (1.6)$$

Vzorec pre výpočet energetickej účinnosti (EEI) pre displeje podľa nového nariadenia NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2019/2021 [54]:

$$EEI = \frac{P_{measured} + 1}{(3 \cdot [90 \cdot \tanh(0,02 + 0,004 \cdot (A - 11)) + 4] + 3) + 3} \quad (1.7)$$

A = viditeľná plocha obrazovky v dm²

4,3224 = je koeficient 1 watt na viditeľnú plochu obrazovky, jednotka je W/d²

P – Spotreba elektrickej energie televízneho prijímača (televízora) v zapnutom stave vo wattoch.

$P_{measured}$ – Nameraný príkon (W) v zap. stave pri normálnom režime

Tab.č. 14. Triedy energetickej náročnosti televízorov, porovnanie nariadení EU č. 1062/2010 a EU č. 2021/340 [53] [54]

Trieda energetickej účinnosti (neplatné označenie)	Index energetickej účinnosti	Trieda energetickej účinnosti (nové označenie)
A+++ (najvyššia účinnosť)	$EEI < 0,10$	A
A++	$0,10 \leq EEI < 0,16$	B
A+	$0,16 \leq EEI < 0,23$	C
A	$0,23 \leq EEI < 0,30$	D
B	$0,30 \leq EEI < 0,42$	E
C	$0,42 \leq EEI < 0,60$	F
D	$0,60 \leq EEI < 0,80$	G
E	$0,80 \leq EEI < 0,90$	-
F	$0,90 \leq EEI < 1,00$	-
G	$1,00 \leq EEI$	-

Tab.č. 15. Výkon televízorov pre výpočet [53]

Popis	P_{basic} (W)
Televízor s jedným tunerom/prijímačom a bez pevného disku	20
Televízor s dvoma alebo viacerými tunermi/prijímačmi	24
Televízor s pevným diskom/pevnými diskami	24
Televízor s pevným diskom/pevnými diskami a dvoma alebo viacerými tunermi/prijímačmi	28
Televízny monitor	15

Vzorec pre výpočet spotreby elektrickej energie v zapnutom stave podľa EÚ č. 1062/2010 [53] :

$$E = 1,46 \cdot P \quad (\text{kWh}) \quad (1.8)$$

Výpočet spotreby pri nezákonnom odbere

Spotreba elektrickej energie pri hodnote z energetického štítku je udávaná za predpokladaného vyžívania 4 hodín. Skutočná spotreba elektrickej energie pre televízor je priamo závislá dĺžke využívania. Príkladná spotreba pre priemerného užívateľa v ČR pre LED /LCD televíziu pri $P_{zap} = 250$ W – príkon pri zapnutom stave , $P_{vyp} = 2,5$ W predstavuje – príkon pri vypnutom stave, $E_{skut} = 1,05$ kWh celková spotreba elektrickej energie za jeden deň (24h), [5] vzorec výpočtu :

$$E_{skut} = P_{zap} \cdot 4 + P_{vyp} \cdot 20 \quad (\text{kWh}) \quad (1.9)$$

Reálne nameraná spotreba elektrickej energie pre televízor LCD SAMSUNG LE 40F71B 40“(101,6 cm), Výrobca udáva typickú výkon 225 W a výkon pri vypnutom stave 1 W. Spotreba bola meraná pri bežných podmienkach kde boli sledované klasické televízne programy v ČR. [55]

Tab.č. 16. Reálne nameraná spotreba televízoru pomocou zariadenia Voltcraft Energy Check 3000 [55]

Spotreba za 1 hodinu (kWh)	Minimálny odber (W)	Maximálny odber (W)
0,217	12	250

1.9.2. Chladnička, mraznička a kombinácia, vinotéka

Spotreba elektrickej energie pri chladiacich zariadeniach je výhradne závislá na konštrukcii konkrétneho zariadenia. Spotreba elektrickej energia bola overená pomocou merania. Bol vytvorený prieskum trhu kde medzi výrobcami bolo vybraných 253 ks chladničiek, mrazničiek a vinoték. Pri týchto zariadeniach bol zistené typické spotreby elektriny a u vybraných zariadení aj inštalovaný výkon. Pomocou štítkového príkonu bolo možné vypočítať koeficient k využiteľnosti príkonu :

$$k = \frac{A_{24} \cdot 1000}{24 \cdot P_{inst}} \quad (1.10)$$

A_{24} – Štítková hodnota dennej spotreby elektrickej energie v kWh

P_{inst} – Štítkový inštalovaný výkon chladiaceho zariadenia [4] [5]

Vypočítané koeficienty pre medián využitia príkonu z Tab.č. 17. boli využité vo výpočtovej tabuľke ako pri použití zmeraného výkonu tak štítkového príkonu.

Tab.č. 17. Štatisticky vypočítané hodnoty využitia inštalovaného príkonu pre konkrétne druhy zariadení [4] [5]

Popis	Chladničky	Mrazničky	Vinotéky
Počet zariadení	100	100	53
Počet zariadení príkonu	43	40	30
Priemer využitia príkonu	0,2153	0,2313	0,2564
Medián využitia príkonu	0,2163	0,2244	0,2564

Vzorec na výpočet dennej spotreby :

$$E = P_{inšt} \cdot k \cdot 24 \quad (kWh) \quad (1.11)$$

Typická spotreba pre kombinovanú chladničku s energetickou triedou A,A+ = 2 kWh na jeden deň.

1.9.3. Umývačka riadu

Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 1061/2010 z dňa 28. septembra. 2010, ktorým sa doplňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokiaľ ide o uvádzanie spotreby elektrickej energie na energetických štítkoch umývačiek riadu pre domácnosti.

Zvyčajný inštalovaný príkon bežných umývačiek riadu sa v domácnostiach nachádza od 2000 W do 2400 W. Tento výkon je použitý predovšetkým z dôvodu istenia .

Čas využitia umývačky riadu u bežnej domácnosti je priemerne $a = 2$ krát za $t = 7$ dní. Bežná spotreba elektrickej energie predstavuje 0,217 kWh na deň. [4] [5]

Vzorec pre výpočet :

$$E = \frac{P \cdot a}{t} \quad (kWh) \quad (1.12)$$

a - počet dní používania umývačky riadu

t – počet dní v týždni

P – Príkon zariadenia

1.9.4. Automatická práčka, sušička a kombinácie práčka + sušička

Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 392/2012 z dňa 1. marca. 2012, ktorým sa doplňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokiaľ ide o uvádzanie spotreby elektrickej energie na energetických štítkoch sušičiek pre domácnosti.

Pre stanovenie Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 1061/2010 z dňa 28. septembra. 2010, ktorým sa doplňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokiaľ ide o uvádzanie spotreby elektrickej energie na energetických štítkoch automatických pračiek pre domácnosť.

Zmeny na tieto zariadenia prišli z NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2021/341 z dňa 23. februára 2021, kde ide o požiadavky na ekodizajn.

Z dôvodu, že v domácnostiach sú inštalované výkony spomínaných spotrebičov z rozhraní od 2000W – 2400W, a to z hlavného dôvodu, že istenia (zvyčajne max. prúd 10A). S toho dôvodu nie je vhodné použiť k výpočtu spotreby štítkové alebo namerané hodnoty. Typickú hodnotu spotreby je možné použiť z energetického štítku kde je označená spotreba na kWh/100 cyklov.

Výpočet spotreby elektrickej energie pre automatickú práčku sa predpokladá, že sa vykoná 220 pracích cyklov/rok.

Výpočet spotreby elektrickej energie pre sušičku je uvažované 160 sušiacich cyklov/rok. [4] [5]

Tab.č. 18. Spotreba elektrickej energie práčky a práčky +sušičky na cyklus, porovnanie energetických triedy [56]

Práčka	Spotreba podľa energetickej triedy (kWh/cyklus) 6kg náplň		Práčka z sušičkou	Spotreba podľa energetickej triedy (kWh/cyklus) kg náplň	
	Predné plnenie	Horné plnenie		Iba pranie (8kg)	Pranie + sušenie (5kg)
A+++	Do 0,7	Do 0,85	A+++	Do 1,09	Do 5,40
A++	0,6 – 0,85	0,80– 0,90	A++	1,10–1,36	5,41–5,55
A+	0,66 – 0,95	0,85– 0,95	A+	1,37–1,45	5,56–5,70
A	0,90 – 1,15	0,95– 1,15	A	do1,12(5,5kg)	do3,40 (3kg)

1.9.5. Vysávač

Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 665/2013 z dňa 3. mája. 2013, ktorým sa doplňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU bola zrušená rozsudkom Tribunálu Súdneho dvora EU z dňa 8.11.2018 [57].

Spotreba elektrickej energie vysávača je možné zistiť pri uvažovaní 50 vysávaní/rok (1 x za týždeň) – meraním max. výkonu po dobu jednej hodiny pre objekt o ploche 87 m², prípadne z inštalovaného max. príkonu. Pre objekty s výrazne väčšou podlahovou plochou je vhodné tento rozdiel zohľadniť v doplňujúcom koeficiente $k_v = x/87$, kde x predstavuje obytnú podlahovú plochu (m²) daného objektu kde je zariadenie využívané.

Pre prípad výpočty spotreby pre vysávanie u robotických vysávačov, je si dôležité uvedomiť, že spotreba elektrickej energie prebieha iba pri nabíjaní zariadenia ktoré je v pohotovostnom režime. Spotreba elektrickej energie je závislá od veľkosti batérie. Odhadovaná doba pri max. výkone nabíjacieho zariadenia sú 4 hodiny. [4] [5]

1.9.6. Elektrické rúry, elektrická varná doska, odsávač pary

Stanovení energetickej triedy a výpočtu ročnej spotreby daného zariadenia sa vykonáva podľa nariadenia v prenesenej právomoci (EU) č. 518/2014 z dňa 17. mája. 2014, ktorým sa doplňuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/30/EU.

Pre odsávače pary je uvažované pre dennú prevádzku svietenia 2 h a odsávanie pary 1 h. V prípade ak nie je známa štítková hodnota dennej alebo ročnej spotreby. Bolo navrhnuté riešenie, že denné využitie max. príkonu bude po dobu 1,5h.

Využitie varnej dosky je v bežnej domácnosti každý deň. Doba ktorú je el. varná doska využívaná je 0,4 h/deň (25min) vynásobená príkonom. Bežná spotreba elektrickej energie je 1,6 kW/deň.

Doba prevádzky elektrickej rúry je ja veľmi individuálna je závislá od dĺžky pečenia daného jedla. Ale odhadované využitie rúry predstavuje 2 x týždenne po dobu 2 hodín/deň pri využití inštalovaného príkonu. [4] [5]

1.9.7. Výpočet spotreby elektrickej energie pre domáce a kancelárske spotrebiče

V tejto vypočítanej tabuľke sú použité odhadované doby využívania daných zariadení. S potreby vybraných zariadení boli prezvané z webovej stránky spoločnosti Pražská energetika, a. s. a pre dopočet ročnej spotreby som použil úvahy z predošlých kapitol.

Tab.č. 19. Odhadovaná spotreba elektrickej pre vybraných elektrických zariadení [56]

Spotrebič	Čas merania	Spotreba za odmeraný čas (kWh)	Stand by (W)	Celková spotreba za deň (kWh)	Celková ročná spotreba (kWh)
Rýchlo varná kanvica	30 min (1l vody)	0,110	/	0,110	40,15
Hriankovač	2 hrianky	0,039	/	0,117	42,705
Mikrovlnná rúra	5 min	0,063	3	0,098	35,588
Automatický kávovar	1deň (4 kávy a STAND BY)	0,334	/	0,334	121,91
Žehlička	30 min	0,12	/	0,120	43,8
Fén	10 min	0,22	/	0,220	80,3
TV LED – do 70 cm	1 h	0,033	0,1	0,134	48,91
TV LED – 101 -120 cm	1 h	0,065	0,3	0,266	97,09
TV LCD – do 70 cm	1 h	0,055	0,19	0,224	81,687
TV LCD – 101 -120 cm	1 h	0,17	0,3	0,686	250,39

TV – Plazma do 109 cm	1 h	0,214	0,3	0,862	314,63
Satelitný set	1 h	0,022	6	0,208	75,92
Video	1 h	0,017	14	0,348	127,02
DVD	1 h	0,010	6	0,160	58,4
CD prehrávač	1 h	0,022	5	0,154	56,21
Mini veža – audio	1 h	0,022	2	0,088	32,12
Rádio	1 h	0,010	5	0,130	47,45
Elektronický budík	1 h	0,003	/	0,072	26,28
Nabíjačka mobilného telefónu	1 h	0,005	/	0,005	1,825
Monitor LCD 17“	1 h	0,03	1	0,14	51,1
Notebook	1 h	0,015	/	0,015	5,475
Tlačiareň	Tlačenia 50 strán	0,020	5	0,025	9,125
Výsledná spotreba					1648,085

Tab.č. 20. Priemerné spotreby vybraných spotrebičov z Energo 2015 [1]

Spotrebič	Celkový počet spotrebičov	Celková spotreba spotrebičov (MWh)	Priemerná spotreba (kWh)
chladnička s mrazákom (kombinovaná)	4 080 188	1 063 316	261
chladnička	453 193	100 394	222
mrazák (samostatný)	1 012 619	300 914	297
automatická pračka (vrátane pračiek so sušičkou)	4 270 022	769 477	180
sušička bielizne	220 284	73 195	332
umývačka riadu	1 593 393	309 876	194
televízor	5 995 044	1 161 613	194
počítač alebo notebook	4 580 074	579 556	127

2. Spotreba energie (plynu) na sporák (pre prípravu jedla)

Príprava jedla je jedna z hlavných činností bez ktorej sa my ako ľudstvo nezaobídeme. Pre prípravu jedla používame rôzne druhy zariadení ktoré využívajú rôzne typy palív. V ČR sa vo väčšine využíva elektrická energia 87,6 % ale hneď za ňou je to zemný plyn 39,6 %, ďalšie zdroje ako kvapalné palivá (11%) a tuhé palivá ktoré predstavujú len (3,1%). Tieto údaje o využívaných druhov palív sú z štúdie ENERGO 2015. Zemný plyn je druhý najpožívanější zdroj a s toho dôvodu je potrebné vedieť koľko plynu je potrebné na prípravu jedla pre jednu domácnosť.

Plynové spotrebiče predstavujú zariadenia, kde je spaľovaný zemný plyn za cieľom tepelnej prípravy jedla (pečenie, varenie, grilovanie). Pre konštrukciu a prevádzkové požiadavky, ale aj metódy skúšok a bezpečnostné požiadavky, značenie varných spotrebičov na plyn sú udávané v európskej norme ČSN EN 30-1-1 +A3 (061410).

Plynový šporák sa skladá z zvyčajne zo štyroch varných horákov, ktorý je vybavený varnou mriežkou. Na túto mriežku je umiestňovaná nádoba. Varný horák je vo väčšine vybavený aj piezoelektrickým zapáľovaním plameňa.

V tele šporáku je zabudovaná plynová alebo elektrická trúba (kombinovaný šporák). V plynovej verzii je v dolnej časti trúby umiestnený horák (trúbový) a vo vrchnej časti je primontovaný grilovací horák. Šporák má aj ďalšie funkcie ako elektrické osvetlenie, otočný gril, atď.

Pri príprave jedla na plynovom šporáku nie je podstatný rovný povrch ako pri elektrickej verzii. Pri použití varných platničiek na plynovom šporáku (horáku), dochádza k tepelným stratám. Tieto platničky sú vhodné použiť pri potrebe nepriameho ohrevu varnej nádoby (kde by bolo náchylné pripálenie jedla). Pri hospodárnom využití zemného plynu je dôležité použitie správnej veľkosti nádoby (hrnca). Pri použití neúmernému veľkého priemeru ohrievanej nádoby dochádza k neefektívnemu prístupu sekundárneho vzduchu k plameňu a má to za následok znižovanie teploty plameňa s plochou ohrievanej nádoby. Pri zvolení veľmi malého priemeru ohrievanej plochy nádoby dôjde k presahovaniu plameňa a to spôsobí zníženie efektívneho využitia zemného plynu, konkrétne účinnosti v závislosti na objeme, ohrievanej ploche a spotrebe zemného plynu sú zobrazené v Tab.č. 22. [58]

Tab.č. 21. Menovité výkony plynových horákov pre plynový šporák MORA [58]

Horák	Priemer trysky (mm)	Výkon horáku (kW)
Ľavý predný	0,76	0,9
Ľavý zadný	1,25	2,6
Pravý predný	1	1,6
Ľavý zadný	1	1,6
Trúba	1,4	3,2

Tab.č. 22. Spotreba zemného plynu a účinnosť prípravy jedla pre rozdielne veľkosti a objemu vernej nádoby [58]

Hrniec a priemer x výška hrnca (mm)	Obsah vody (l)	Poč. teplota vody (°C)	Horák (veľkosť)	Pokrývka	Varná platňa (áno/nie)	Spotreba zemného plynu (l plynu/ 1 l vody)	Účinnosť ohrevu (%)
1 (150 x 100)	1	10	Malý	Nie	Nie	23	48
	1	10	Malý	Áno	Nie	20,5	54
	1	10	Malý	Áno	Áno	32	34,6
2 (180 x 110)	1	10	Malý	Nie	Nie	22,7	48,8
	2	10	Malý	Nie	Nie	22,92	48,4
	2	10	Stredný	Nie	Nie	23,5	47
	2	10	Stredný	Áno	Nie	22,6	49
4 (230x140)	3	10	Stredný	Áno	Nie	18,4	60,2
	4	10	Stredný	Áno	Nie	19	58,3
5 (260 x 180)	4	10	Veľký	Áno	Nie	19,6	56,5
	5	10	Veľký	Áno	Nie	18,5	60

Pri príprave jedla na plynovom variči je obvykle pomocou dvoch varných horákov. Niektoré druhy sú vybavené aj piezoelektrickým zapáľovačom aby sa zamedzilo manipulácii s ohňom. Pri týchto

zariadeniach je používaný propán-butánový plyn (LPG), ktorý sa vo väčšine prípadov skladuje v 2kg alebo 10 kg fľaši. Spotreba plynu pre prípravu jedla na propán – butánovej fľaši je podľa mojich skúseností 2kg na časové obdobie \pm 2 týždňov, približný čas jednej prípravy jedla je 1 – 1h 30min.

Podľa portálu plyn.co je priemerná ročná spotreba zemného plynu na prípravu jedla 200kWh na jednu osobu. Pri rastúcomu počte osôb v domácnosti môžeme použiť spotrebu v Tab.č. 23.

Tab.č. 23. Spotreba plynu v závislosti od počtu osôb [59]

Počet osôb	Spotreba plynu (kWh)
1	200
2	365
3	545
4	730
5	913
6	1095

2.1. Porovnanie spotreby palív a energie pre prípravu jedla

Spotreba energie na prípravu jedla je v Tab.č. 24. Kde celkový počet domácností predstavuje 5 992 946 a celkové spotrebovaná energia je 19 554 TJ. Pri prepočte spotreby pre jednu osobu je podľa štúdie vypočítané 2,5 osoby pre jednu domácnosť. Podiel zastúpenia jednotlivých zariadení na prípravu jedla je Elektrický šporák 41,9 % Plynový šporák 49,6 % zostávajúcich 8,5 % sú šporáky na kvapalný plyn a tuhé palivo. Pre spotrebu energie pri použití elektrickej energie je spotreba 0,677 MWh/rok a pre porovnanie spotreba energie zo zemného plynu je 1,27 MWh/rok čo predstavuje dosť veľký rozdiel v spotrebe. Najvyššia priemerná spotreba na domácnosť vyšla pre tuhé palivo + OZE až 1,75 MWh a najnižšia je pri palive ostatné/kvapalné a to 0,657 MWh.

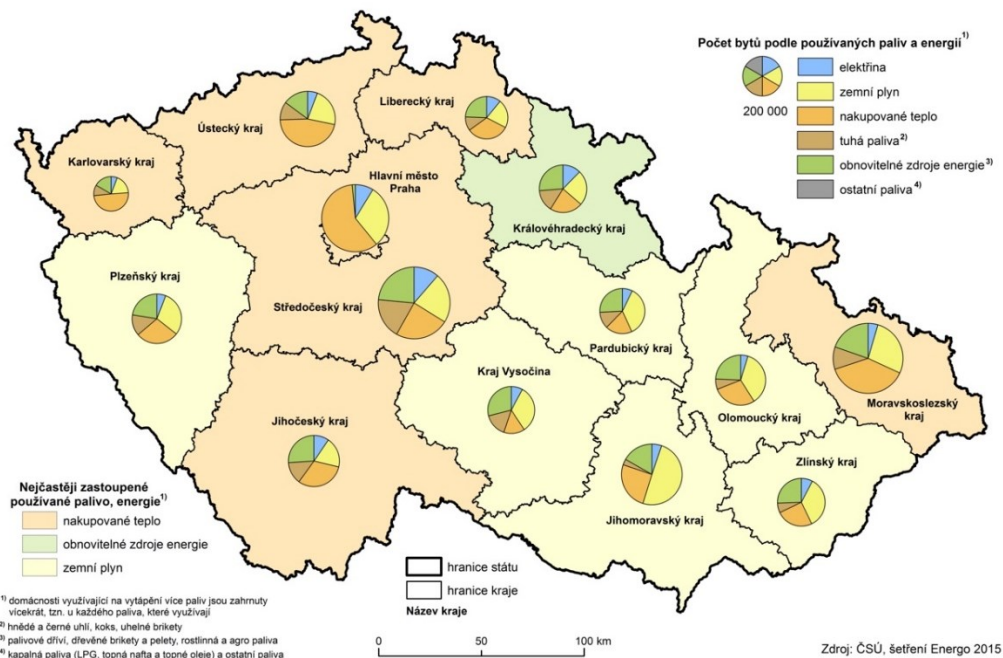
Tab.č. 24. Spotreba energie a palív pre prípravu jedla [1]

Príprava jedla	ELEKTRINA	ZEMNÝ PLYN	TUHÉ PALIVO+OZE		OSTANE /kvapalné
Domácnosti	3 500 017	2 189 446	63 187		240 296
Spotreba (TJ)	8 538	10 048	36	363	569
Spotreba (TJ) na 1 domácnosť	0,002439417	0,004589289	0,00631459		0,00236791
Spotreba (MWh) na domácnosť	0,677	1,274	1,754		0,657
Spotreba na 1 osobu (MWh)	0,276016982	0,519	0,71		0,267

3. Spotreba energie na vykurovanie (nie elektrinou)

V domácnostiach a malých podnikoch sa v prevažnom množstve využívajú neelektrické vykurovanie na Obr. 17. Ako sú palivá a energie : nakupované teplo, zemný plyn tuhé palivá,

obnoviteľné zdroje a ostatné. Najčastejšie je to nakupované teplo a potom nasledujú zariadenia : kotol na zemný plyn, kotol na tuhé palivá (koks, čierne, hnedé uhlie, brikety z uhlia), obnoviteľné zdroje energie – kotol na drevo a rastlinné palivá (palivové drevo, drevené brikety a peletky,) a ostatné palivá – palivá ktoré nie je možné do predchádzajúcich kategórii (napr. petrolej).



Obr. 17. Rozdelenie využívania jednotlivých kombinácií palív a energií pre vykurovanie v ČR [1]

Vykurovanie pomocou fosílnych palív sa už začína čoraz menej využívať. Jednak z dôvodu európskeho ekologického dohovoru, ktorý hovorí o tom, že Európska únia sa mala stať uhlíkovo neutrálnou. V priebehu 9 rokov si dala európska únia cieľ, že v roku 2030 bude zníženie emisií CO₂ oproti roku 1990 o 40 %. [60]

3.1. Fosílna palivá

Pri spaľovaní fosílnych palív vzniká veľa škodlivých látok ako sú (emisie CO₂, ortuť H_g, emisie dusíka NO_x), pri ktorých nám dochádza k znečisťovaniu kyslíka ktorý dýchame a životného prostredia. Patria sem predovšetkým tuhé palivá : kusové drevo, drevené peletky, drevené brikety, drevná štiepka, fosílna palivá : antracit, čierne uhlie, hnedé uhlie, koks . [61]

Palivo	Výhrevnosť (MJ/kg)	Popol (%)	Voda (%)
Kusové drevo (buk)	14,3	0,5	20
Drevné pelety (smrekové piliny)	18,26	1,3	7,8
Čierne uhlie – oriešok (OKD a.s.)	30,85	5,0	5,0
Čierne uhlie – orech 1(OKD a.s.)	30,19	6,5	4,0
Čierne uhlie – orech 2(OKD a.s.)	30,19	6,0	5,0
Hnedé uhlie – kocka(CzechCoal, a.s.)	20,22	26,5	10,0
Hnedé uhlie – orech 1(CzechCoal, a.s.)	20,33	26,3	9,5
Hnedé uhlie – orech 2(CzechCoal, a.s.)	20,15	26,3	10,5

Obr. 18. Výhrevnosť tuhých a obnoviteľných palív [61]

3.1.1. Uhlie

Antracit jedná sa druh čierneho uhlia, ktoré sa vyznačuje najnižším obsahom prchavých horľavých látok, vysokou podielom uhlíka a najvyššou hodnotou výhrevnosti zo všetkých druhov uhlia od 32 MJ/kg. Jeho hmotnosť je väčšia ako koks a vzhľadom na túto vlastnosť potrebujeme menšie množstvo tohto materiálu. Pri minimálnom obsahu prchavých látok sa pri spaľovaní tohto materiálu tvorí menší podiel dymu a netvorí sa decht.

Koks je palivo ktoré sa priemyselne vyrába z nízko popolového a nízko sírového čierneho uhlia. Z tejto zmesi sú odstránené prchavé zložky a má podobné vlastnosti ako antracit.

Čierne uhlie inak nazývané kamenné uhlie patrí ku kvalitným palivám pre vysoký podiel uhlíka a nízky obsah vody. Na vykurovanie v domácnostiach by sa malo využívať iba uhlie ochudobnené o síru < 1%. a s veľmi nízkym obsahom popola. Vykurovacie uhlie má rôzne druhy zrnitosti o hrúbke 5-25mm, 25-90mm, 70-200mm.

Hnedé uhlie patrí medzi najmenej kvalitné uhlie pre svoj veľký podiel vody a popola a nízky podiel uhlíka. Jedná sa o lacnejšiu variantu uhlia ktoré je využívané na vykurovanie.

Hnedouhoľné brikety ú vyrobené s vysušeného a upraveného hnedého uhlia bez použitia spojív. Využíva sa najkvalitnejšie hnedé uhlie, ktoré majú nižšie hodnoty škodlivých emisií. Výhodou oproti palivovému drevu je taká, že má konštantnú kvalitu. [61]

3.1.2. Zemný plyn

Zemný plyn (CNG) sa skladá s viac ako 98% uhlíku a vodíku a do 1% dusíku. U riadeného spaľovania zemného plynu nevznikajú častice ako (napr. prach a sadze) a ani žiadne nebezpečné dioxiny a furany a ďalšie látky, ktoré sú problémom pri spaľovaní chemicky zložitejších látok ako je uhlie a biomasa. U moderných plynových kotlov sa pri vykurovaní takmer netvorí emisie oxidu uhľnatého (CO), emisie oxidu dusíka sa z moderných kondenzačných kotlov tvorí veľmi malé množstvo ktoré je veľmi náročné zmerať meracími prístrojmi z dôvodu medzného rozsahu. Dôležitý parameter sú emisie hlavného skleníkového plynu oxid uhličitý (CO₂) ktorý je na úrovni 25-50 % emisií ktoré vznikajú pri spaľovaní uhlia, vykurovacieho oleja alebo aj biomasy. Množstvo 1 m³ zemného plynu má výhrevnosť 34,25 MJ/m³ je činní približne 9,51 kWh. Účinnosť využitia zemného plynu z energetického hľadiska je vďaka moderným technológiám riadených vykurovacích sústav s využitým kondenzácie a dokonalej

regulácii cca až na 98 %. Jedná sa o zdroj energie ktorý sa bude ešte v dlhšiu dobu využívať na vykurovanie. [62]

3.1.3. Kvapalný plyn LPG

Kvapalný propán - bután (LPG = Liquid Petroleum Gas) jeho ťažba vzniká popri ťažbe ropy ako vedľajší produkt. Týmto palivom je vykurované cca 0,8 % domácností. Tieto domácnosti využívajú pri vykurovaní ako sekundárny zdroj tepla. Toto palivo má výhrevnosť 46,44 MJ/kg (12,9 kWh/kg). [63]

3.1.4. Kotle na plyn

V domácnostiach prípojkou na zemný plyn sa využívajú lokálne a centrálné plynové vykurovanie. Výhody zemného plynu sú : nie je potrebné ukladanie paliva, vysoká účinnosť 90% a viac, pomerne nízka cena. Kotle sú rozdelené na – stacionárne, závesné, tie sú rozdelené na teplovodné, kondenzačné a nízkoteplotné kotle.

Lokálne plynové vykurovanie – teplo vzniká spaľovaním plynu v spaľovacej komore kde teplota dosahuje 200 °C, zariadenie je vybavené ochranným plášťom aby nedošlo k poraneniu. Teplo je odovzdávané prostrediu pomocou konvekcie vzduchu 75% a radiáciu 25%.

Centrálné vykurovanie – V Kondenzačných kotloch pri spaľovaní zemného plynu vzniká malé množstvo CO₂ , tak aj určité množstvo vody. Pri kondenzačnom kotly je využívaný režim kondenzácie vodnej obsiahnutej spalínach. Kotol využíva ako teplo zo spaľovania tak aj teplo ktoré je v spalínach. Toto teplo by sa nevyužité dostalo do ovzdušia. Pri znížených teplotách spalín pod tzn. bod kondenzácie (rosný bod), uvoľňuje sa vo výmenníku skupenské teplo kondenzácie vodnej pary ktorá ohrieva vracajúcu sa ochladenú vodu z vykurovacieho systému.

Novodobé kotle používajú ekvitermickú reguláciu. Ide o reguláciu výkonu na základe porovnávania vonkajšej, vnútornej a teploty zdroja. Po tom ako prebehne porovnanie teplôt, tak kotol podľa nastavenej ekvitermickej krivky reguluje teplotu vykurovacej vody a čas vykurovania. U týchto novodobých kotloch je aj možnosť regulovania otáčok obehového čerpadla (pri nútenom obehú vody) pri tejto funkcii sa znižuje teplota vratnej vody v prechodných obdobiach (jar a jeseň) kde sa zvyšuje účinnosť ohrevu kondenzáciou spalín. Pri riadení otáčok čerpadla sa znižuje aj spotreba elektrickej energie pri jeho prevádzke. [62] [64]



Obr. 19. Kondenzačný kotol VIESSMANN Vitodens 111-W 35 [65]

3.2. Analýza reálnej spotreby plynu

Pre výpočet spotreby zemného plynu na vykurovanie je použitá spotreba zemného plynu pre kondenzačný kotol VIESSMANN Vitodens 111-W 35 s príkonom 5,9 – 35 kW. Spôsob vykurovania je pomocou ústredného vykurovania - radiátormi umiestnenými na stene v ktorých koluje voda. Tento dom je vykurovaný iba plynovým kotlom a nebol využívaný žiadny ďalší zdroj tepla. Spotreba na celý rok predstavuje 800m^3 zemného plynu, čo činní 8,1 MWh množstva dodanej energie. Ide o spotrebu reálnej 3 člennej rodiny ktorá býva v rodinnom dome postavenom v 70 rokoch po čiastočnom zateplení a výmenne okien nachádzajúci sa v severnej časti Slovenska.. Výsledná spotreba je za fakturačné obdobie 16.3. 2019 až 5.3.2020.

3.3. Drevo

Kusové drevo je palivo ktoré je pripravené sa spaľovanie s reaktívnou vlhkosťou 20%. Pri spaľovaní takéhoto dreva vzniká veľmi málo popola a horí takmer bez dymu. Výhrevnosť dreva závisí od štruktúry dreva, s toho dôvodu každá drevina má inú hodnotu výhrevnosti.

Drevné peletky predstavujú valcový tvar o priemere od 6 mm a dĺžkou až 30mm. Sú vyrábané s zbytkovej biomasy drvením, sušením a následným lisovaním pod veľkým tlakom a teplotou. Pri tejto výrobe drevných peletiek klesá v nich podiel vody cca 8% to má za následok zníženie podiel popola na minimálne hodnoty a tým sa docieli dlhšie horenie. Nízka vlhkosť prispieva aj k dlhšej životnosti kotla.

Drevné brikety majú taktiež tvar valca ako drevené peletky ale jedná sa o to, že tieto brikety sú s priemerom od jednotiek až desiatok cm. Vznikajú aj rovnakým spôsobom, bez prídavných chemických prísad. Pri lisovaní sa dosahuje vysoká hustota až 1200 kg/m^3 , táto hodnota je podstatná pri objemovú minimalizáciu paliva. Brikety majú nízky podiel popola cca 0,5 % a výhrevnosť od 16 do 19 MJ/kg.

Drevná štiepka sa vyrába z drevných zbytkov, o rezov porastov, konárov a pod. Vzniká drvením spomínaných materiálov, nedochádza tu k ďalšiemu spracovaniu. Táto štiepka sa spaľuje pri relatívnej vlhkosti od 30 do 35 %. [61]

3.3.1. Kotle na tuhé palivá

Vykurovanie pomocou čierneho uhlia, hnedého uhlia a kusu je v našich domácnostiach ešte stále vo veľkej miere zastúpené napríklad v štúdiu ENERGO 15 jedná sa o 27% čo predstavuje skoro pól milióna rodinných domov. Krajiny Európskej únie majú snahu obmedzovať znečistenie ovzdušia aby si tieto formy vykurovania obmedzili na čo najmenšie množstvo. Na tieto zdroje tepla sa vzťahujú prísne limity z hľadiska produkcie škodlivých látok. Vo vyspelejších krajinách ako Nemecko, Rakúsko a iné dávajú veľký dôraz na to aby sa klasické kotle na tuhé palivo s klasickou konštrukciou nedali prevádzkovať. Určite v budúcnosti bude tento trend iba narastať a krajiny EÚ vrátane Českej a Slovenskej republiky to budú nasledovať. Z tohto dôvodu je už teraz dôležité sa pozerať či už pri výstavbe nových alebo pri rekonštrukcii starších domov po modernejších variantách ktoré tieto prísne limity spĺňajú. [66]

3.4. Porovnanie spotreby palív a energie pre vykurovanie

Z štúdie ENERGO 15 môžeme vidieť, že celková energia ktorá je spotrebovaná na vykurovanie činí 196 585 TJ, čo je obrovské množstvo energie ktoré dokázalo 5 332 009 domácností v ČR spotrebovať. S tejto štúdie aj vyplynulo, že spotreba priemerná energetická náročnosť bytov na vykurovanie sa oproti predošlým rokom z nižila z roku 2004 na 59,5 GJ oproti roku 2015 kde činila 24,7 GJ. Priemerná podlahová plocha na vykurovanie vychádzala 75,2 m². Priemerný počet osôb na jeden byt bol 2,5, oproti minulým rokom má tento parameter klesajúci charakter. Z Tab.č. 25. môžete vidieť priemernú spotrebu energie na vykurovanie prepočítanú na jednu domácnosť v MWh. V tabuľke sú zobrazené všetky druhy palív a ich celkové spotreby a prepočítané na jednu domácnosť. Najnižšia spotreba energie na jednu domácnosť činí pre Nákupné teplo a to 4,219 MWh. Najvyššia spotreba je pri ostatnom/ kvapalnom palive, približne štvornásobne vyššia spotreba oproti najnižšej spotrebe vychádza pre tuhé palivá a OZE. Ako vyplýva zo štúdie každú jednu spotrebu paliva treba posudzovať individuálne.

Tab.č. 25. Spotreba energie na vykurovanie ENERGO 15 [1]

Vykurovanie	ELEKTRINA	PLYN	TEPLO NAKÚPNÉ	TUHE PALIVO	OZE	OSTANE /kvapalné
Domácnosti	408 603	1 558 002	1 740 841	544 231	1 063 840	16 492
Spotreba (TJ)	7 422	52 919	26 439	37 814	70 664	1 328
Spotreba (TJ) na 1 domácnosť	0,01816	0,03396	0,01518	0,06948	0,06642	0,08052
Spotreba (MWh) na domácnosť	5,046	9,435	4,219	19,300	18,451	22,368

4. Výpočtové nástroje pre odhad odobranej nemeranej energie

4.1. Výpočet spotreby el. energie pre klimatizáciu /chladenie

Pre riadenie klimatizačného zariadenia (ďalej len klimatizácia) vstupuje do úvahy viacero aspektov v miestnosti ako je regulovaná vnútorná teplota, vlhkosť a prúdenie vzduchu, teplotný rozsah cieľenej teploty v priebehu dňa – roku, maximálna hladina hluku tieto parametre sú prispôsobiteľné osobami pre ich komfort. Pri výpočte spotreby sú najviac ovplyvňujúce parametre orientácia okien regulovaných (ochladzovaných) miestností na svetové strany a veľkosť okien ktorými dokáže prechádzať slnečný svit. Na Obr. 5 máme zobrazenú tepelnú pohodu prostredia, vo väčšine miestností je cieľená výsledná teplota v rozmedzí 18,5 až 21,5 °C.

Predpoklady a podmienky ktoré sú zahrnuté v náhradnom výpočte:

- Ako hlavný parameter je priemerná teplota v Českých regiónoch a ČR za 24 h. Rozdelenie regiónov je na Obr. 20 Tieto informácie sú z verejne dostupného zdroju spoločnosti OTE, a.s..
- Štartovacia vonkajšia teplota klimatizácie je nastavená na 17,5 °C, ktorá zahŕňa celý deň vrátane noci.
- Maximálne denné využitie klimatizačnej jednotky predstavuje 16 h. V nočných hodinách je klimatizácia vypnutá.
- Ak je priemerná teplota do dosiahne 24 °C a viac, tak v tom prípade je klimatizácia maximálne zaťažená po dobu 16 h. Jedná sa o to, že klimatizácia pri takejto priemernej teplote nedokáže tú konkrétny priestor vychladiť tak pracuje maximálnu možnú dobu.

V rozmedzí priemernej dennej teploty od 17,5 °C až 24 °C je čas využitia maximálneho príkonu

klimatizácie lineárne aproximovaný – tzn. ,že čas prevádzky klimatizácie pri priemernej teplote 17,5 °C je rovný nule a zariadenie je vypnuté a pri priemernej teplote 24 °C je čas prevádzky maximálny 16 h pri maximálnom príkone. Teplotné dáta ktoré poskytuje spoločnosť OTE, a.s. sú rozdelené podľa bývalých regiónov energetických akciových spoločností a to na oblasti: západné Čechy, východné Čechy, severné Čechy, stredné Čechy, severná Morava, južné Čechy, južná Morava, Praha a Celá ČR. Teploty sú získané zo všetkých meteo-staníc ČHMÚ. [8]

Z Tab.č. 26 je vidieť, že spotreba na klimatizácie je veľmi široká a sú medzi nimi veľké rozdiely. Najnižšie hodnoty môžeme vidieť v roku 2009 kde až na jeden región je najnižšia spotreba na chladenia a s toho môžeme vyčítať, že sa jedná o najchladnejší rok. Najnižšia spotreba by v tento rok pri 1kW klimatizácii predstavovala len 253,4 kWh v regióne Západné Čechy. Najvyššia spotreba na chladenie vyšla v roku 2018 tento rok je najteplejší v histórii ČR od roku 1961 kde priemerná teplota 9,5 °C [67] V tomto roku vypočítavaná max. hodnota je pre región Praha kde spotreba činila 2260,4 kWh. To je v porovnaní s rokom 2009 oproti západným Čechám desaťnásobný nárast spotreby. Priemerná spotreba pre klimatizáciu s príkonom 1kW by na vychladenie pre ČR 389,3kWh.

Tab.č. 26. Vypočítaná ročná spotreba klimatizácie pre chladenie v kWh pre 2,2 kW zariadenie prepočítané podľa nameraných teplôt v jednotlivých regiónoch a ČR od roku 2005-2020 .

Rok	Južné Čechy	Južná Morava	Praha	Severné Čechy	Severná Morava	Středné Čechy	Východné Čechy	Západné Čechy	ČR
2005	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3	558,3
2006	723,0	1119,4	1479,5	1035,4	1018,6	1129,1	879,5	735,4	1000,2
2007	590,8	1151,9	1284,5	684,0	840,5	932,0	700,8	438,6	791,7
2008	549,1	964,5	1204,9	577,8	609,2	846,4	552,9	480,3	682,3
2009	373,7	863,8	1181,6	405,1	476,6	727,8	456,0	253,4	545,9
2010	639,6	977,5	1162,7	683,4	764,1	895,7	745,2	534,5	783,1
2011	466,8	938,5	932,0	629,8	591,9	771,2	692,6	411,0	628,7
2012	642,8	1423,2	1254,7	917,4	985,6	1098,8	1039,2	577,3	963,4
2013	664,5	1148,6	995,9	838,8	863,8	909,2	847,0	655,8	856,2
2014	485,2	985,1	952,6	728,9	673,7	774,9	704,0	468,4	680,7
2015	1241,2	1615,4	1697,7	1356,0	1369,0	1503,9	1394,5	1265,0	1405,3
2016	516,1	1025,7	1367,4	660,1	655,3	995,9	782,0	466,8	718,1
2017	863,2	1331,1	1522,8	741,4	826,9	1152,4	809,1	756,5	932,0
2018	965,0	1767,0	2260,4	1308,4	1143,2	1774,1	1420,5	987,2	1331,1
2019	975,3	1472,4	1882,4	1143,7	1116,1	1462,7	1177,3	930,9	1191,9
2020	461,9	868,6	1380,9	676,4	567,0	924,9	620,6	508,5	634,7
Max	1241,2	1767,0	2260,4	1356,0	1369,0	1774,1	1420,5	1265,0	1405,3
Min	373,7	558,3	558,3	405,1	476,6	558,3	456,0	253,4	545,9
AVG	669,8	1138,2	1319,9	809,1	816,2	1028,6	836,2	626,8	856,5

4.2. Náhradný výpočet spotreby na vykurovanie

Pre výpočet odhadu spotreby elektrickej energie pre priamo-výhrevného elektrického vykurovania je si dôležité uvedomiť, že je závislá na vonkajšej teplote. Do výpočtu spotreby elektrickej energie vstupujú dva parametre a to doba prevádzky vykurovacieho zariadenia a výkon vykurovacieho telesa.

Výpočtový program na výpočet doby využitia pracuje na základe predpokladov:

- Ako vstupný parameter je priemerná teplota dňa. Jedná sa o skutočne namerané hodnoty v regiónoch ČR (za 24h) ktoré sú z verejne dostupného zdroja spoločnosti OTE a.s. Skutočné priemerné teploty sú vypočítané ako priemer skutočný denných teplôt vzduchu v jednotlivých dňoch, tieto údaje sú namerané z meteorologických staníc ČHMÚ ktoré sú rozmiestnené v jednotlivých regiónoch vid. Obr. 20
- Ak v priebehu dňa nadobudla priemerná teplota hodnoty vyššie ako 15 °C tak vykurovanie bolo vypnuté.
- Štartovacia teplota vykurovanie je ak priemerná teplota nadobudne hodnotu < 15 °C.
- Maximálna odhadovaná doba využitia vykurovacej jednotky je 20 hodín. Z dôvodu predpokladu dvojtarifnej sadzby pre vykurovanie elektrickým spotrebičom.

- V prípade ak priemerná teplota dosiahne teplotu -15°C tak v tom prípade vykurovací jednotka pracuje na plný výkon max. 20 hodín za deň. [8]

Výpočtový program pracuje na základe tých parametrov :

ϑ_{start} – štartovacia teplota vykurovania

ϑ_{max} – koncová teplota vykurovania

T_{max} – maximálny čas vykurovania

Vzorec výpočtu:

$$\vartheta_{start} = 15^{\circ}\text{C} \quad \vartheta_{max} = -15^{\circ}\text{C} \quad T_{max} = 20 \text{ h}$$

$$A = 0 \quad \vartheta > \vartheta_{start}$$

$$A = T_{max} \cdot \frac{\vartheta_s - \vartheta}{\vartheta_s - \vartheta_{max}} \cdot P_{max} \quad | \quad \vartheta_{m\vartheta} < \vartheta < \vartheta_{start} \quad (4.13)$$

$$A = T_{max} \cdot P_{max} \quad \vartheta < \vartheta_{max}$$

Druhý parameter vstupujúci do výpočtu je výkon vykurovacieho telesa. Pri objektoch s Preukaz energetickej náročnosti budovy (PENB) by bola použitá hodnota tepelných strát budovy. Aby sme dostali relevantnú spotrebu pre elektrické vykurovanie. A aj to za predpokladu ak bol inštalovaný výkon zvolený efektívnym spôsobom a zodpovedá hodnote tepelných strát budovy.

Ale čo v prípade ak sa jedná o budovu o staršiu budovu ktorá nemá preukaz PENG. V tom prípade to musíme pri výpočte odhadnúť a Tab.č. 27. V tejto tabuľke sú merné tepelné straty objektu a sú rozdelené podľa typu, umiestnenia, obdobia výstavby objektu. Zobrazené objekty tabuľke sú počítané s infiltráciou výmeny vzduchu 0,5/hod. 45 % obvodových stien sú tvorené oknami.

Dimenzovanie vykurovacieho výkonu v domácnostiach

Pri návrhu inštalovaného príkonu počas platnosti normy ČSN 06 0210 - *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. (zrušená od 2008). Bol výkon vykurovacích telies možné voliť o 20 % vyšší (pri príkonoch do 50 kW) to je prípad pri návrhu neoprávnených odberoch v domácnostiach.

V domácnostiach je väčšine prípadov inštalovaný príkon vykurovacích zariadení max. do 10 kW. Pri návrhoch budov s príkonom vyšším ako 50 kW sa odporúčalo navýšenie max. o 10 %. S toho dôvodu nie je možné používať použitú hodnotu inštalovaného príkonu (do 2008) pretože spotreba elektrickej energie pri náhradnom výpočte by nezodpovedala skutočnosti. [17]

Pri výpočte vykurovacieho výkonu podľa normy ČSN 06 0210 sa postupuje nasledovne. Ako hlavný parameter do výpočtu vstupuje celková tepelná strata objektu. Táto celková strata objektu je zložená z súčtu tepelných strát prestupom stien ϕ_p , tepelné straty vetraním ϕ_v a odrátané tepelné zisky ϕ_z , vynásobená koeficientom prevádzky (1,1 pri 4 hodinovej prestávke v priebehu dňa).

Podľa tejto normy nie je možné odhadnúť tepelné straty starších objektov, ktoré by boli použité pri výpočtovom programe.

V súčasnosti podľa platnej európskej normy z roku 2018. ČSN EN 12831-1 - Energetická náročnosť budov - Výpočet tepelného výkonu - Časť 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. [68] Navrhovaný tepelný výkon pre budovu je možné počítat pomocou troch metód:

- 1. metóda : Základná metóda pre výpočet navrhovaného tepelného výkonu pre miestnosti, funkčné časti budovy a budov ako celok. Tento spôsob zastrešuje bežné navrhovanie vykurovacích sústav pre nové budovy a pre budovy ktoré sú rozsiahlejšie rekonštruované
- 2. metóda : Zjednodušená metóda pre výpočet navrhovaného výkonu pre samostatné miestnosti. Táto metóda je využívaná výmene vykurovacích telies.
- 3. metóda Zjednodušená metóda pre výpočet navrhovaného výkonu pre celú budovu. Využíva sa pri výmene tepelného zdroja. [68]

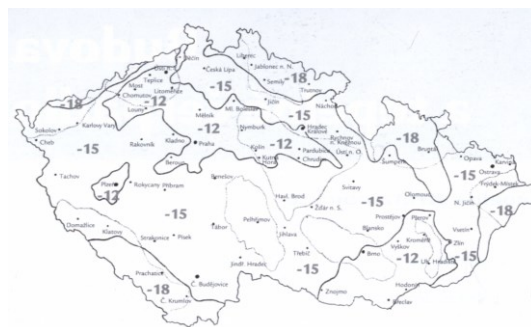
Podľa spomínanej novej normy by mohlo byť možné použiť aj inštalovaný príkon, ale je to potrebné overiť skutočným meraním spotreby a porovnaním nameraných dát.

Tab.č. 27. Merné tepelné straty objektu (W/m^3) [69]

Typ	Druh a veľkosť objektu s vnútornou teplotou $t_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	t_e [$^{\circ}\text{C}$]	Voľne stojací objekt					Vstavaný objekt				
			Obdobie výstavby					Obdobie výstavby				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
			1960	1978	1992	1994	2000<	1960	1978	1992	1994	2000<
1.	Jednopodlažný podpiwničený, bez zeme, ľahký materiál do 1000 m^3	-12	50	48	38	35	32,5	43	41	33	31	28
		-15	57	54	43	40	37	50	48	38	35	32,5
		-18	65	62	49	46	42	57	54	43	40	37
2.	Dvojpodlažný rodinný dom. Dielenská prevádzka z keram. materiálu do 1000 m^3	-12	43	41	33	31	28	38	36	29	27	25
		-15	50	48	38	35	32,5	44	42	33	31	27
		-18	57	54	43	40	37	50	48	38	35	32,5
3.	Dvoj až štvorpodlažný obytný objekt. Malé školy, prevádzkové budovy do 5000 m^3	-12	38	36	29	27	25	34	32,5	26	24	22
		-15	44	42	33	31	27	40	38	30	28	26
		-18	50	48	38	35	32,5	45	43	34	32	29
4.	Dvoj až trojpodlažný obytný objekt. Malé školy, administratívne a veľké budovy	-12	34	32,5	26	24	22	30	28	22	21	20
		-15	40	38	30	28	26	35	33	27	25	23
		-18	45	43	34	32	29	40	38	30	28	26



Obr. 20. Rozdelenie regiónov pre získané priemerné teploty vzduchu v ČR



Obr. 21. Mapa ČR s vyznačenými max. teplotami pre jednotlivé regióny [70]

4.2.1. Overenie výpočtového programu s nameranými hodnotami

V tomto výpočtovom programe bol použitý inštalovaný príkon ktorý pre vstup do výpočtovej metódy musí byť podelený konštantou k ktorá má najčastejšie hodnota $k = 2,14$.

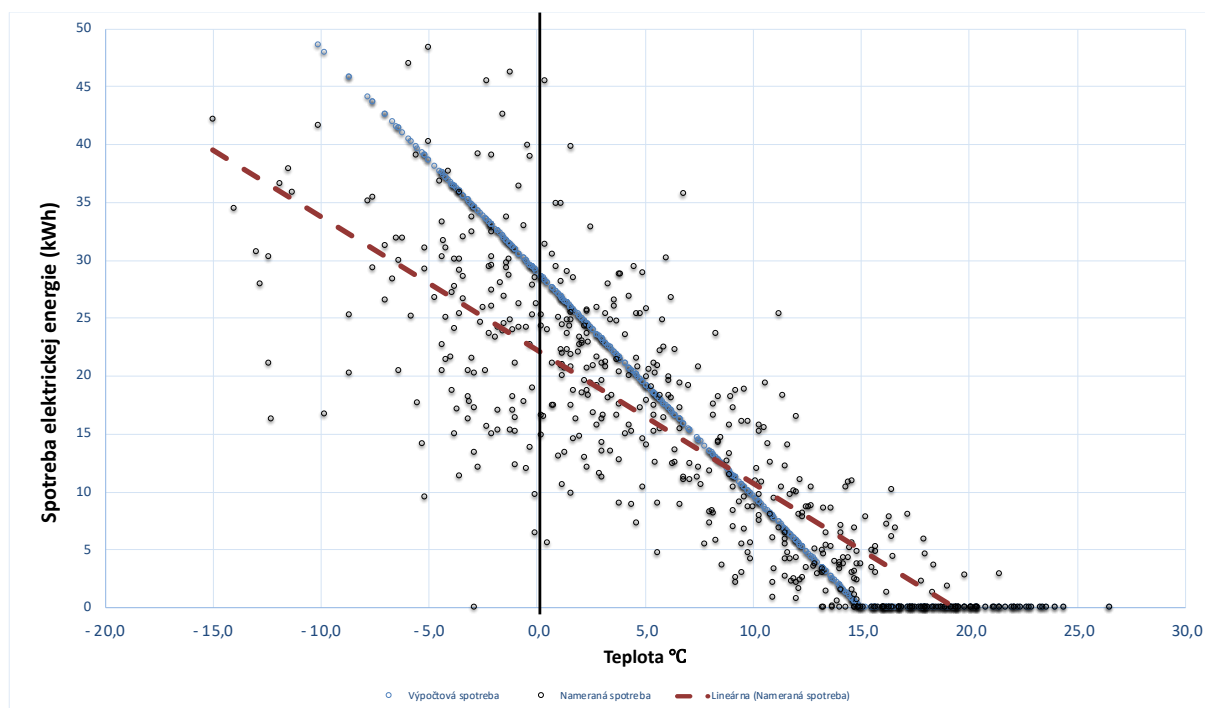
Pre overenie výpočtového programu boli použité reálne namerané dáta z rodinného domu ktorý sa nachádza regióne Severná Morava (rozdelenie podľa Obr. 20). Namerané dáta boli zaznamenané z obdobia 4.12.2016 až 4.8.2018 čo predstavuje 608 dní. Inštalovaný príkon elektrických priamo-výhrevného vykurovacieho systému je 6 kW. Ide o dáta celkovej spotreby elektrickej energie. S celkovej spotreby bola odčítaná typická denná spotreba (priemer z letných dní) a výsledkom je spotreba elektrickej energia pre vykurovanie. Z (**Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**) môžete v ídiť priebehy spotreby elektrickej energie v závislosti na priemernej vonkajšej teplote vzduchu v danom regióne. Z Graf. 5 sú viditeľné značné nepresnosti výpočtového programu pri maximálnej teplote $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, kde navrhovaný výpočtový program dosiahol maxima a navrhovaný vykurovací výkon počítá s maximálnou dobou využitia 20h čo predstavuje spotrebu 58 kWh a nameraná hodnota meraného objektu zaznamenala hodnotu 42,1 kWh. Navrhovaný program pri výpočte dennej spotreby pri vyšších teplotách dosiahol relevantné výsledky do zmeny vstupných parametrov popísanej v kapitole 4.2.2.

Skutočná spotreba objektu bola v roku 2017 bola 4761,6 kWh a vypočítaná hodnota bola 5172,9 kWh. Čo predstavuje rozdiel 411,3 kWh za rok. Spotreba elektrickej energie pre jednotlivé roky predstavuje realistickú spotrebu aj v porovnaní s ENERGO 2015 vid. kapitola 3.4. V prílohe sa nachádzajú grafy nameranej a vypočítanej spotreby v závislosti na čase.

Pri tomto porovnaní môžeme vidieť jeden a pol vykurovacej sezóny. V Graf. 5 je viditeľný rozdiel medzi odhadovanou a reálnym spotrebou elektrickej energie pre vykurovanie pri jednotlivých teplotách.

Tab.č. 28. Vypočítaná spotreba elektrickej energie v kWh pre porovnávaný dom s inšt. príkonom 6 kW.

Rok	Južné Čechy	Južná Morava	Praha	Severné Čechy	Severná Morava	Středné Čechy	Východné Čechy	Západné Čechy	Celá ČR
2005	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7	5422,7
2006	5599,6	5138,7	4525,9	5180,4	5358,6	4969,1	5431,3	5484,3	5194,6
2007	5019,5	4578,6	3942,2	4609,5	4893,5	4384,2	4876,3	4984,9	4650,1
2008	5175,9	4553,2	4164,2	4847,2	4828,1	4587,1	4907,3	5242,2	4772,9
2009	5325,2	4777,5	4351,9	5057,5	5234,1	4752,7	5154,2	5460,9	4992,6
2010	6199,8	5505,2	5254,3	6033,4	5949,6	5654,5	6017,8	6416,1	5872,7
2011	5227,0	4727,3	4413,5	4792,7	5238,8	4652,1	4949,8	5155,0	4936,6
2012	5516,2	4939,8	4720,2	5139,5	5384,8	4937,1	5260,1	5437,2	5211,5
2013	5657,5	5070,2	4840,1	5300,8	5362,7	5061,8	5312,0	5690,2	5325,6
2014	4638,1	3937,9	3741,0	4125,0	4253,0	3999,9	4293,9	4557,7	4236,2
2015	4876,9	4327,5	3904,3	4370,4	4772,1	4222,0	4633,1	4753,3	4546,1
2016	5196,6	4726,2	4308,8	4800,9	4996,3	4621,3	4976,0	5129,0	4899,8
2017	5293,3	4844,9	4253,9	4935,7	5172,9	4655,1	5098,2	5312,7	5025,8
2018	4798,1	4396,6	3926,0	4612,3	4722,7	4261,2	4621,1	4854,3	4575,4
2019	4828,5	4291,3	3759,3	4516,4	4530,4	4184,5	4575,2	4849,6	4513,6
2020	4865,1	4402,7	3727,4	4553,2	4700,6	4175,7	4626,5	4853,1	4571,5



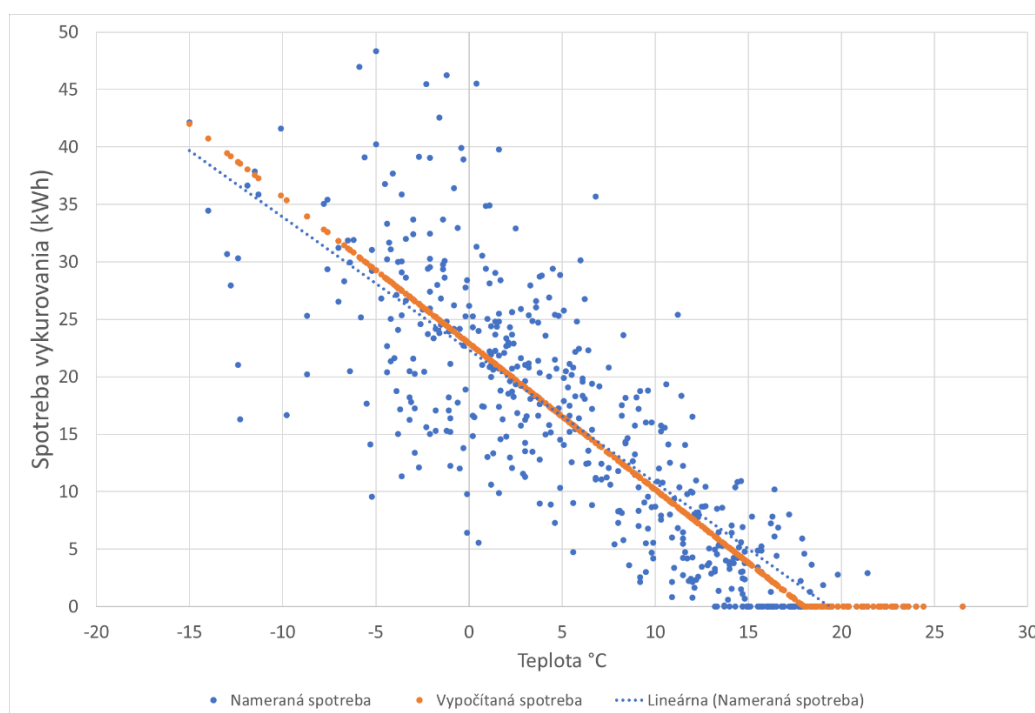
Graf. 5. Porovnanie nameranej a vypočítanej spotreby elektrickej energie na vykurovanie

4.2.2. Návrh zmeny vstupných parametrov výpočtového programu

Pre spätný výpočet porovnávaného objektu boli použité zmeny vstupných parametrov. Kde bolo cieľom získania presnejšej hodnoty odhadovanej spotreby. Zmena bola vytvorená pomocou navrhutej lineárnej závislosti, spotreby vykurovania na dennej teplote z predošlého Graf.5 zmenou vstupných parametrov. Zmenená bola vytvorená : počiatočnou teplotou vykurovania ϑ_{start} a max. času využitia inštalovaného príkonu T_{max} . Vypočítaná spotreba elektrickej energie pre vykurovanie dosiahla po zmene parametrov hodnotu 4868,4 kWh za rok 2017. Nameraná hodnota spotreby bola za rovnaký rok 4761,6 kWh. Čo predstavuje rozdiel iba 103,2 kWh/rok. V grafe nižšie môžete vidieť porovnanie spotreby vykurovania pri jednotlivých priemerných teplotách. vypočítané hodnoty predstavujú v tomto prípade realistickejšiu spotrebu v prepočte T_{max} oproti Graf.5. Hodnota pri max. teplote vykurovania – 15°C, dosiahla spotrebu 42kWh /deň (deň predstavuje T_{max}). Čo v prepočte na vychádza 6kW/h. Jedná sa o implementáciu zmeny vstupných parametrov pre jeden konkrétny objekt.

Navrhovaná zmena vstupných parametrov :

$$\vartheta_{start} = 18^{\circ}\text{C} \quad \vartheta_{max} = -15^{\circ}\text{C} \quad T_{max} = 7 \text{ h}$$



Graf. 6 Závislosť spotreby na dennej teplote pri navrhovanej zmene parametrov

5. Záver

Cieľom práce je návrh náhradného výpočtu spotreby elektrickej energie v domácnosti pri neoprávnenom odbere. Určenie výšky náhrady škody pri neoprávnených odberoch je podľa vyhlášky 359/2020 Sb. problematické. Vo väčšine prípadov je podľa spomínanej vyhlášky výška sankcie vysoká priam až likvidačná pre postihnutú domácnosť. Náhradným výpočtom sa snažíme priblížiť k reálnej spotrebe el. energie v domácnosti. Pre daný výpočet potrebujeme vedieť jednotlivé spotreby el. spotrebičov a zariadení, ktoré sa v domácnosti nachádzajú. Konečná hodnota spotreby el. energie závisí na spôsobe využívania spotrebičov osobami v danej domácnosti. Najväčší podiel na spotrebe el. energie majú domáce spotrebiče (chladnička, práčka, umývačka, televízor..), osvetlenie a ohrev teplej vody. Spotreba je závislá aj na sezónnych spotrebičoch ako napr.: klimatizácia, vykurovanie, zariadenia na úpravu záhrady, sauna, gril, ohrev vody v bazéne atď.

Ďalšia časť práce sa zaoberá výpočtom spotreby el. energie pre ohrev teplej vody na jednu osobu. Spotreba je zložená z dvoch častí – spotrebná zložka a stratová zložka. Spotrebná zložka pre výpočet neoprávneného odberu je 2,23kWh/osoba. Stratová zložka závisí na kvalite tepelnej izolácie bojlera. Priemerná hodnota tejto stratovej zložky 1kWh/24h a je závislá od objemu bojleru. Vypočítaná spotreba el. energia (812 kWh) pre ohrev teplej vody je podobná spotrebe, ktorá vyšla zo štúdie Českého štatistického úradu (803 kWh - ENERGO 2015).

Veľmi dôležitou časťou spotreby el. energie v domácnosti je vykurovanie. Vykurovanie je čisto sezónna záležitosť, ale pre výpočet uvažujeme rozdelenie na kalendárne roky. V práci je navrhnutý výpočet pre priamo-výhrevný spôsob vykurovania, do ktorého patria tepelné zdroje ako sú konvektory, sálavé zdroje tepla atď. Priemerná hodnota spotreby pre vykurovanie v domácnosti je podľa ENERGO 2015 5MWh. Nami získaná reálna spotreba v roku 2017 pri nízko energetickom dome predstavovala hodnotu 4,7MWh. Domácnosť využíva podlahové priamo-výhrevné vykurovanie. Výpočtový nástroj pre vykurovanie je porovnávaný s reálnymi nameranými hodnotami, ktoré sú z obdobia 14.12. 2016 až 4.6 2018. Spotreba el. energie vo výpočtovom nástroji lineárne narastá s znižujúcou sa vonkajšou teplotou. Avšak vypočítaná spotreba (s pôvodnými parametrami) dosiahla značného rozptylu. Spotreba el. energie pri teplote -15 °C dosahuje pri výpočtovom programe 58 kWh/deň. Reálna spotreba porovnávaného objektu bola 42,1kWh/deň. Výpočtový program nepredpokladá s tepelnými ziskami objektu (napr.: slnečné žiarenie, spotrebiče).

Spresnenie výpočtového programu bolo dosiahnuté zmenou vstupných parametrov pomocou implementácie lineárnej závislosti. Rozdiel spotreby vykurovania po tejto zmene činí 103,2 kWh/rok. Rozdiel medzi vypočítanou spotrebou pomocou pôvodných vstupných parametrov bol 411,3 kWh/rok. Navrhovaná zmena dosiahla presnejší výpočet celkovej spotreby o 308,1 kWh/rok.

Obdobným spôsobom bol výpočtový program vytvorený pre výpočet spotreby klimatizácie. Klimatizácie je sezónne používaný spotrebič, ktorý je využívaný od priemernej dennej teploty 24°C. Najvyššie spotreby dosahovali klimatizácie v roku 2015. V tomto roku dosiahli klimatizácie spotrebu na 1kW 639kWh.

V ďalšej kapitole je rozobraná spotreba el. energie a plynu pre prípravu jedla. Navrhovaná spotreba plynu pre 1 osobu je 200 kWh/rok. Podľa ENRGO 2015 je spotreba el. energie 276 kWh/rok. Kvapalné palivá majú spotrebu najnižšiu a to 267kWh/rok.

Pri spotrebe palív pre neelektrické vykurovanie bola spracovaná spotreba plynu rodinného domu ktorá využíva plynový kotol na vykurovanie. Spotreba zemného plynu predstavovala hodnotu 8,1 MWh, kde pre porovnanie s ENRGO 2015 vyšla spotreba plynu pre vykurovanie 9,43 MWh.

6. Použitá literatura

- [1] *Spotřeba paliv a energií v domácnostech* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2017 [cit. 2021-04-27]. Průmysl, energetika. ISBN 978-80-250-2751-6.
- [2] *JIROUT, Vladimír. Příprava teplé vody*. 2., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-01910-7.
- [3] *HUMM, Othmar. Nízkoenergetické domy*. Praha: Grada, 1999. Stavitel. ISBN 80-716-9657-9.
- [4] *SIKORA, Tadeusz, Lukáš PROKOP, Petr MOLDŘÍK, Karel SOKANSKÝ a Stanislav MIŠÁK. Metodika výpočtu spotřeby elektřiny s ohledem na využití instalovaných elektrospotřebičů, jejich typické příkony a doby provozování*. [online]. **2015** [cit. 2021-04-27]. Výzkumná zpráva.
- [5] *SIKORA, Tadeusz. Rozšíření Metodiky výpočtu spotřeby elektřiny s ohledem na využití instalovaných elektrospotřebičů, jejich typické příkony a doby provozování*. ČEZ Distribuce a.s., 2017.
- [6] *ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. 2006.
- [7] *ČSN EN 15316-3-1. Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)*. 2010.
- [8] *SIKORA, Tadeusz. MOŽNOSTI NÁHRADNÍCH VÝPOČTŮ SPOTŘEBY VYBRANÝCH SPOTŘEBIČŮ PRO ÚČELY FAKTURACE NEOPRÁVNĚNÝCH ODBĚRŮ*. Konference ČK CIRED 2019.
- [9] *ČSN EN 12831-3. Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 3: Tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb, Modul M8-2, M8-3*. 2019.
- [10] *KAPALO, Peter. Potreba energie na teplú vodu v rodinnom dome bez cirkulácie teplej vody* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/4757-potreba-energie-na-teplu-vodu-v-rodinnom-dome-bez-cirkulacie-teplej-vody>
- [11] *Zapojení a údržba bojleru* [online]. 2018 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.mylms.cz/zapojeni-a-udrzba-bojleru/>
- [12] *Keramické suché těleso* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/11116-keramicke-suche-teleso>
- [13] *Topné těleso do bojleru DRAŽICE 2000W*, 5 článků, keramické [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.elektrahk.cz/57-zbozi-6752-topne-teleso-do-bojleru-drazice-2000w,-5-clanku,-keramicke.html>
- [14] *Vybíráme průtokový ohřivač do sprchy – rady a tipy* [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.wterm.cz/obsah/vybirame-prutokovy-ohrivac-do-sprchy-rady-a-tipy>
- [15] *Prietokový ohrievač vody ELIZ EL 52* [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.najnakup.sk/ohrievace-vody-prietokove/eliz-el-52>

- [16] KRAUS, Michal. *Nejlepší domácí čistírna odpadních vod (ČOV) a jak ji vybrat* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jak-vybrat-domovni-cov/>
- [17] HRADÍLEK, Zdeněk, Ilona LÁZNIČKOVÁ a Vladimír KRÁL. *Elektrotepelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04938-9.
- [18] *Princíp vykurovania* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.fenix.sk/sites/default/files/04_sk_princdegp_vykurovania.pdf
- [19] *Ceny elektrické energie 2021* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/14-prehled-cen-elektricke-energie#d45>
- [20] *Elektrické ohrievače s ventilátorom (teplovzdušné ventilátory)* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://www.mastersk.sk/elektricke-ohrievace-s-ventilatorom/>
- [21] *Varianty elektrického vytápění* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektinou/304-varianty-elektrickeho-vytapeni#salavy-stropni-panel>
- [22] *Priamovýhrevné konvektory* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.elektricke-kurenie.sk/priamovyhrevne-konvektory>
- [23] *Konvektor Tristar KA-5914 s časovačem a extra rychlým nahřátím, až 2000 W* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.ventilatory.cz/konvektor-tristar-ka-5914-s-casovacem-a-extra-rychlým-nahřatím-az-2000-w-x13470?gclid=Cj0KCQjw6-SDBhCMARIsAGbl7UjVmAfLeETxs6zZQ_3G8fEXCFxtoVUShaBGzMpdwkPziN2gINAGM8aAqQ8EALw_wcB
- [24] *Podlahové konvektory* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/podlahove-konvektory-c2750/>
- [25] *NEW PRACTIC – podlahové konvektory s EC motory, komfort, úspora a spolehlivost* [online]. Topenářství instalace, 2015, [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/new-practic-podlahove-konvektory-s-ec-motory-komfort-uspore-a-spolehlivost-detail-3379>
- [26] *Sálavé vykurovacie infrapanely Ecosun* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.elektricke-kurenie.sk/nastenne-telesa/infrapanely-ecosun>
- [27] *Infrakúrenie minimalizuje už aj tak nízke náklady na vykurovanie* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvoabyvanie.sk/byvanie/3918-infrakúrenie-minimalizuje-uz-aj-tak-nizke-naklady-na-vykurovanie>
- [28] *Inštalácia vykurovacej rohože ECOFLOOR pod dlažbu je jednoduchá a zvládne ju aj šikovný domáci majster* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://urobsisam.zoznam.sk/dom/vykurovanie/instalacia-vykurovacej-rohoze-ecofloor-pod-dlazbu-je-jednoducha-a-zvladne-ju-aj-sikovny-domaci-majster>
- [29] *DEVIflex 18T 15* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.atria.sk/deviflex-18t-15/>

- [30] *DUFKA, Jaroslav. Základy podlahového vytápění a chlazení. Část 8. Elektrické podlahové vytápění, kabely, regulace [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/19401-zaklady-podlahoveho-vytapani-a-chlazení-cast-8-elektricke-podlahove-vytapani-kabely-regulace>
- [31] *Elektrické podlahové vykurovacie fólie [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.elektricke-kurení.sk/podlahove-vykurovanie/elektricke-vykurovacie-folie>
- [32] *Infra Fólie [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://termofol.sk/infra-folie/>
- [33] *Elektrické topné fólie NEXWARM CLASSIC [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://nexwarm.cz/produkty/podlahove-topne-folie-heatmax-classic>
- [34] *Raja Návod na obsluhu a inštaláciu kotla [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.atria.sk/soubory/170/navod%20na%20obsluhu%20Raja.pdf>
- [35] *Elektrické akumulčné podlahové vykurovanie [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://vykurovanie.wikidot.com/zurnal-c-9>
- [36] *BUGÁŇ, Jozef. Konštrukční řešení nízkoteplotního vytápění a vysokoteplotního chlazení 1 Podlahové vykurovanie [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/8681-konstrukcni-reseni-nizkoteplotniho-vytapani-a-vysokoteplotniho-chlazení-1>
- [37] *JELÍNEK, Vladimír a Vladimíra LINHARTOVÁ. Využívání a provozování tepelných čerpadel v nízkoenergetických domech [online].* 2015 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12211-vyuzivani-a-provozovani-tepelnych-cerpadel-v-nizkoenergetickych-domech>
- [38] *SEDLÁŘ, Jan. Hodnocení SCOP tepelných čerpadel pro vytápění [online].* 2015 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13507-hodnoceni-scop-tepelnych-cerpadel-pro-vytapani>
- [39] *Robotická kosačka smart SILENO life, 750 m² -súprava [online].* [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.gardena.com/sk/produkty/udrzba-travníka/roboticke-kosacky/roboticka-kosacka-smart-sileno-life-750-m2--suprava/967845707/>
- [40] *Ohřev vody v bazénu: Co říkají odborníci? [online].* 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.stiebel-eltron.cz/cs/o-nas/zajimave-clanky/zajimave-clanky/ohrev-vody-v-bazenu-co-rikaji-odbornici.html>
- [41] *Ohrev vody v bazéne – solárny, elektrický, alebo svojpomocné riešenie [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://dodomacnosti.sk/ohrev-vody-v-bazene/>
- [42] *Vykurovanie bazénov /Ako zohriať bazén [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://ehrliche-tests.de/sk/ohrev-bazenu-10/>
- [43] *Bazénová filtrace Aqualoon 3,5 m³/h, Návod k použití [online].* [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.bazenonline.cz/assets/eshop/products/7/3937/files/navod-na-bazenovou-filtraci-aqualoon.pdf>

- [44] *R, Saidur, H.H MASJUKI a I.A CHOUDHURY. Role of ambient temperature, door opening, thermostat setting position and their combined effect on refrigerator-freezer energy consumption* [online]. Energy Conversion and Management. Malaysia, 2002, , 845-854 s. [cit. 2021-04-27]. ISSN 0196-8904. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890401000693?via%3Dihub#aep-bibliography-id37>
- [45] *Najlepšie klimatizácie 2021* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://necenzurovane.sk/test-klimatizacii/#do_800_eur
- [46] *ASW-12BI* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.sinclair-solutions.com/cs/produkty/monoblokove-jednotky/okenni-jednotky/3773-asw-12bi-053131000000060.html>
- [47] *Připravte se na příchod nového chladiva R32* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://air-matyas.cz/nove-chladivo-r32>
- [48] *Klimatizácie* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.semaeco.sk/inpage/klimatizacie/>
- [49] *Energetické třídy spotřebičů* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/energeticke-tridy-spotrebicu--11072>
- [50] *POTOČÁR, Radovan. Nové energetické štítky sa majú vrátiť ku škále od A po G* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/nove-energeticke-stitky-sa-maju-vratit-ku-skale-od-a-po-g-106349.aspx>
- [51] *Prichádza nová generácia energetických štítkov EÚ* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/slovakia/news/prichadza_nova_generacia_energetickych_stitkov_eu_sk
- [52] *Nové energetické štítky: Co se mění?* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.datart.cz/novinky/radce-nove_energeticke_stitky.html
- [53] *DELEGOVANÉ NARIADENIE KOMISIE (EÚ) č. 1062/2010* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010R1062&from=CS>
- [54] *(EU) 2021/340, z 17. decembra 2020*, [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R0340&from=EN>
- [55] *Experiment: Testovali jsme, která televize má největší spotřebu elektriny* [online]. 2007 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/audio-foto-video/experiment-testovali-j sme-ktera-televize-ma-nejvetsi-spotrebu-elektriny.A070104_112837_tec_video_NYV
- [56] *Orientační hodnoty spotřeby* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.premereni.cz/Files/sluzby/pujcovani-mericich-zarizeni/meric-spotreby-elektriny/orientacni-hodnoty-spotreby-domacich-spotrebicu/>
- [57] *Zrušení nařízení č. 665/2013 ke štítkování vysavačů* [online]. 2019 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/ekodesign-a-energeticke-stitkovani-vyrobku/zruseni-narizeni-c--665-2013-ke-stitkovani-vysavacu--243484/>

- [58] *Fík, Josef. Plynové spotřebiče (I)* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/2019-plynove-spotrebice-i>
- [59] *Jaká je průměrná spotřeba plynu v domácnosti při vytápění, ohřevu vody a vaření?* [online]. 2020 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.plyn.co/blog/plyn/jaka-je-prumerna-spotreba-plynu-v-domacnosti-pri-vytapeni-ohrevu-vody-a-vareni>
- [60] *Európsky ekologický dohovor. Ako chce EÚ pracovať na klimatickej neutralite a udržateľnosti* [online]. 2021 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/priorities/klimaticke-zmeny/20200618STO81513/ekologicky-dohovor-ako-eu-pracuje-na-klimatickej-neutralite-a-udrzatelnosti>
- [61] *Vybrané parametre najčastejšie používaných tuhých palív* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://vykurovanie.enviroportal.sk/palivo.aspx>
- [62] *Vytápíme plynem* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem>
- [63] *LPG* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/LPG>
- [64] *Ako funguje kondenzačný kotol?* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/ako-funguje-kondenzacny-kotol.html>
- [65] *Montážní a servisní návod* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: https://www.kosemo.cz/files/5517927vsa00002_1.pdf
- [66] PIUS, Matej. *Vykurovanie drevom – áno, či nie?* [online]. [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://www.techpark.sk/technika-11-2009/vykurovanie-drevom-ano-ci-nie.html>
- [67] *DALŠÍ MIMOŘÁDNĚ TEPLÝ ROK* [online]. 2008 [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1578487016>
- [68] ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov - *Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. 2018.
- [69] LABOUTKA, Karel a Tomáš SUCHÁNEK. *Výpočtové tabulky pro vytápění: vztahy a pomůcky*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01466-9.
- [70] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. Praha: EkoWATT, 2009. ISBN 978-80-87333-02-0.

Zoznam príloh

Príloha I – Priebeh spotreby elektrickej energie pre 2,2 kW klimatizáciu.

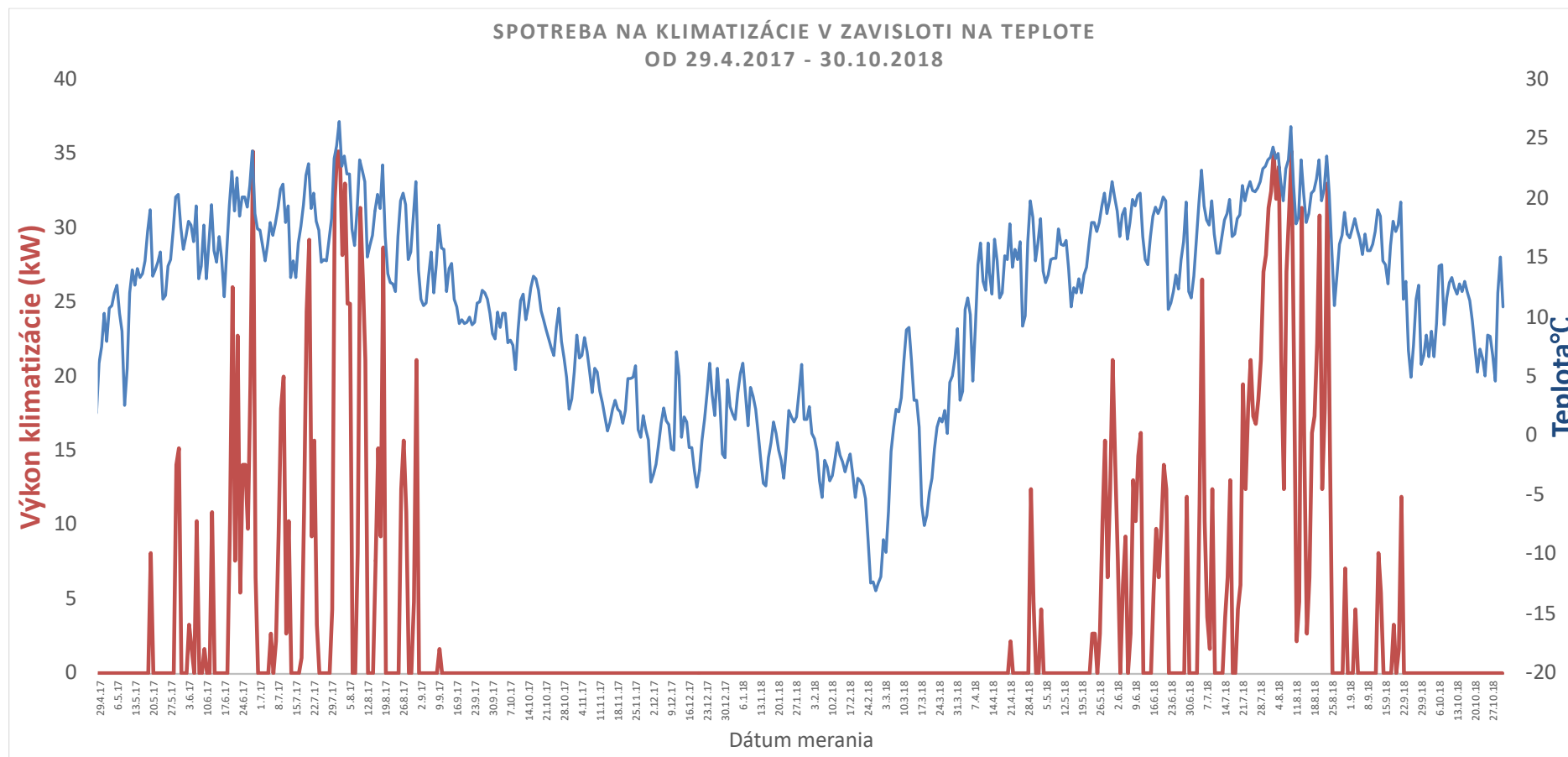
Príloha II – Priemerná spotreba porovnáwanej domácnosti.

Príloha III – Porovnanie pôvodného výpočtového programu s nameranými hodnotami.

Príloha IV – Zobrazenie reálnej spotreby vykurovania v závislosti na vonkajšej priemernej teplote.

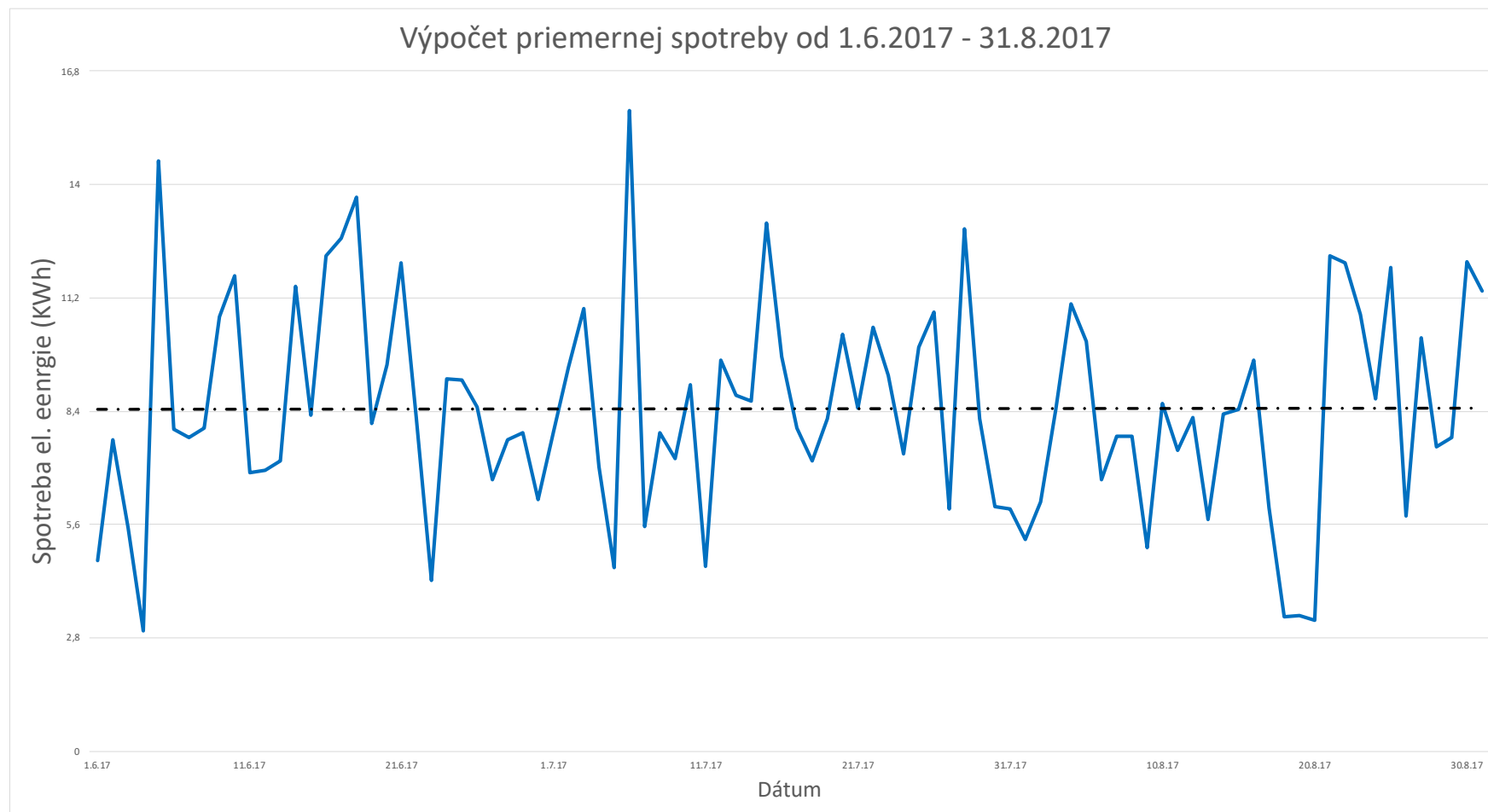
Príloha V – Výpočet spotreby po zmene vstupných parametrov.

Príloha I.



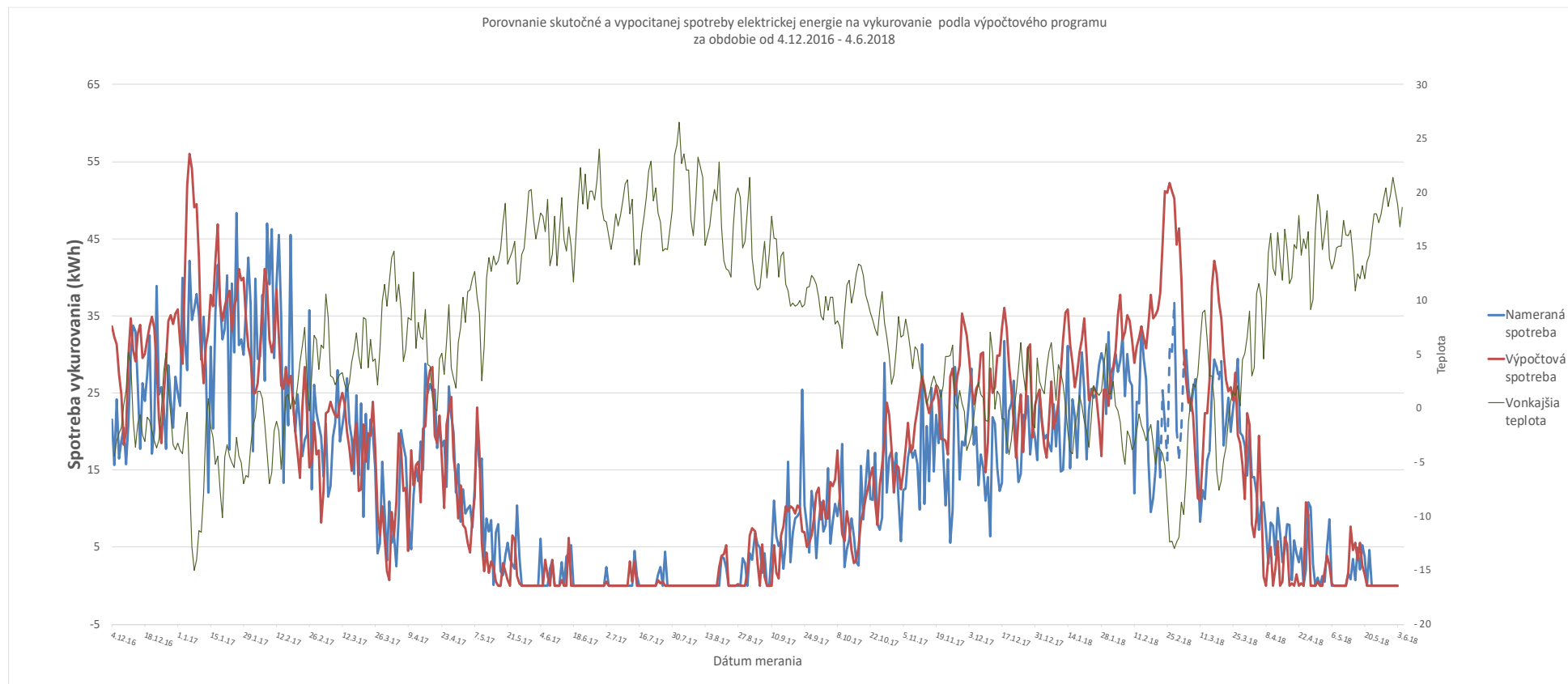
Graf. 7. Priebeh spotreby elektrickej energie pre 2,2 kW klimatizáciu

Príloha II.



Graf. 8. Priemerná spotreba porovnáwanej domácnosti

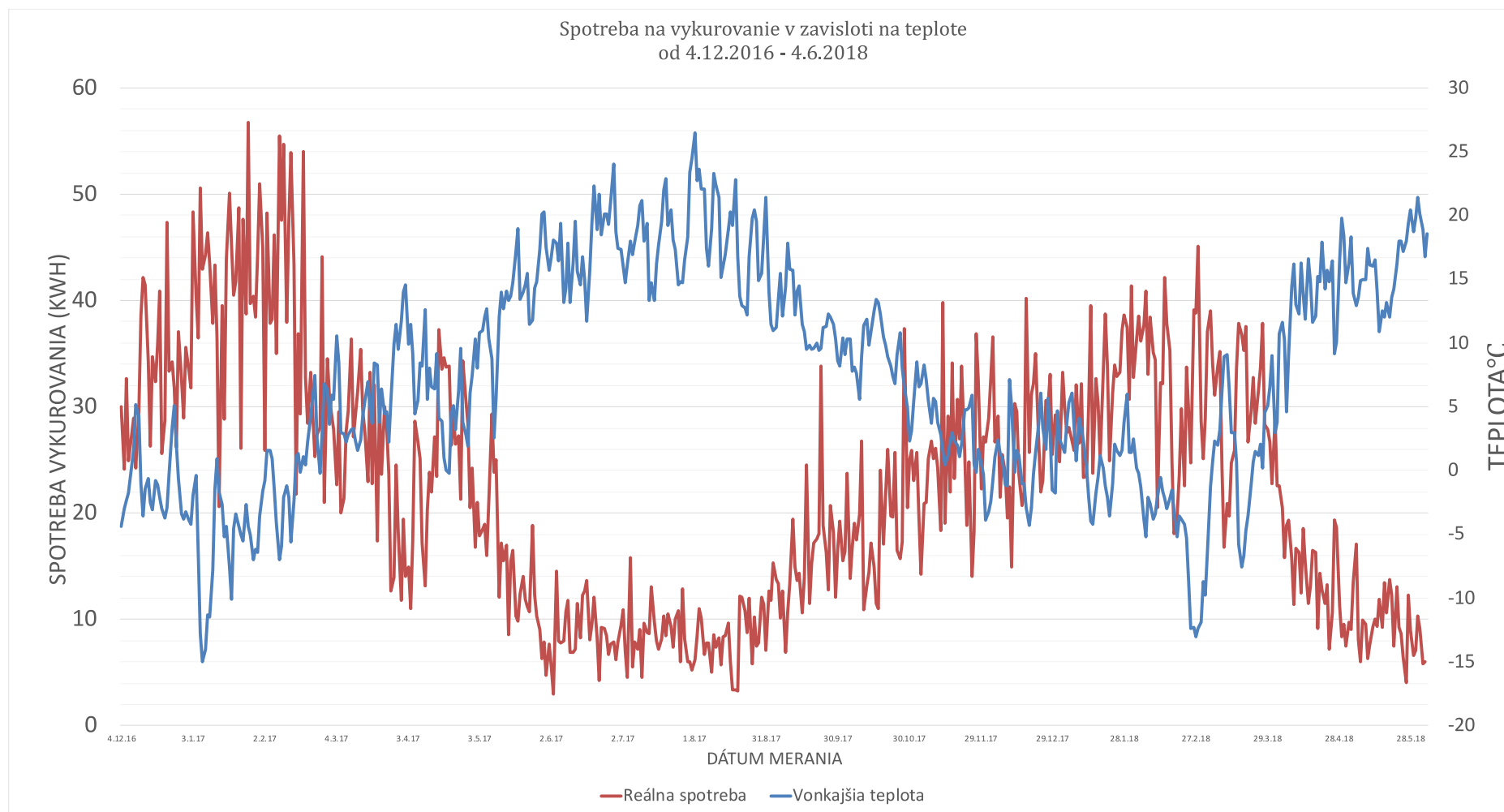
Príloha III.



Graf. 9. Porovnanie pôvodného výpočtového programu s nameranými hodnotami

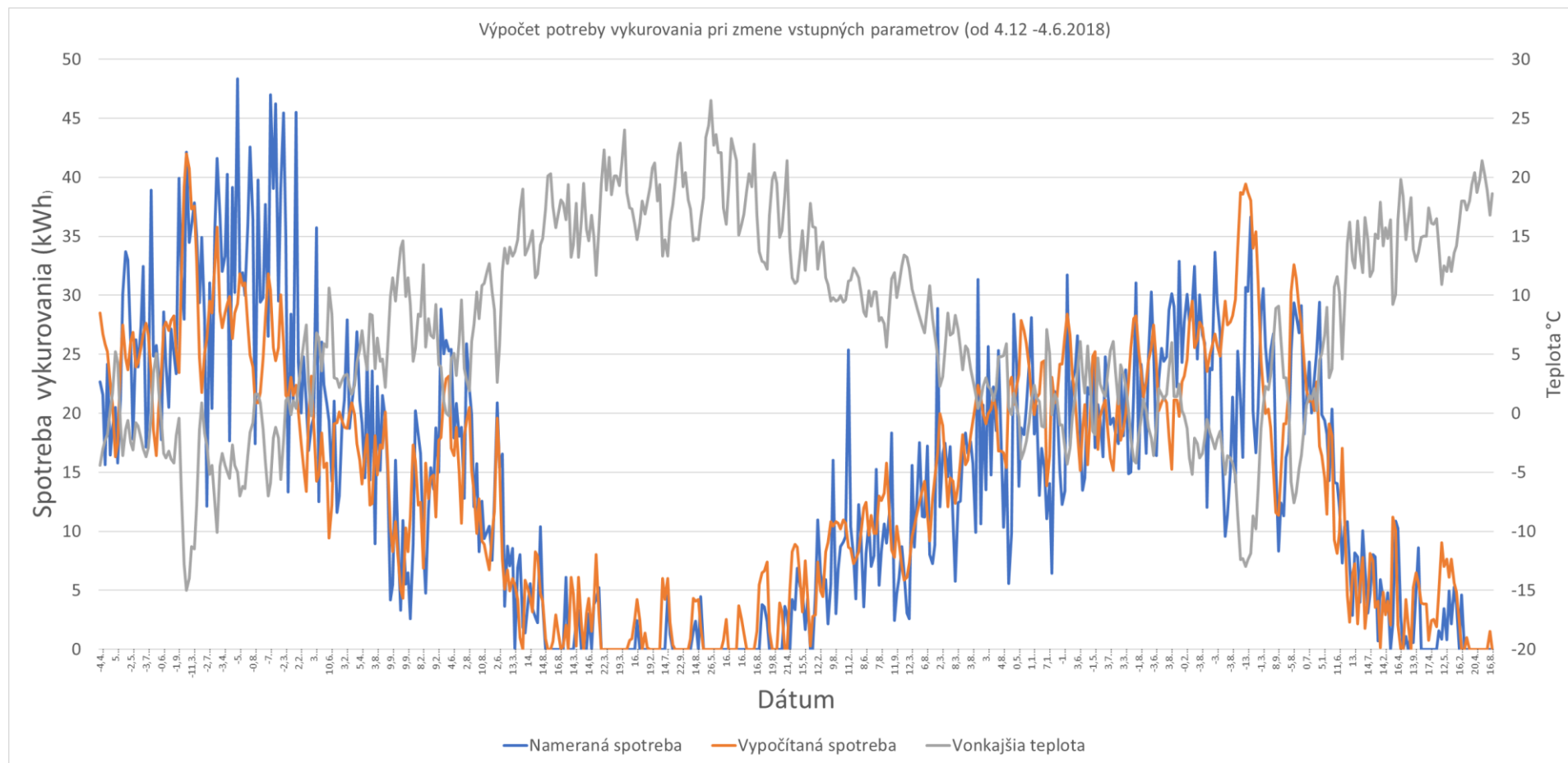
*Čiarkovaná čiara značí využívanie doplnkové vykurovanie drevom

Príloha IV.



Graf. 10. Reálne nameraná spotreba objektu

Príloha V.



Graf. 11. Výpočet spotreby vykurovania pri zmenených vstupných parametroch